Dr. L. EDINGER

BAU UND VERRICHTUNGEN DES NERVENSYSTEMS

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL

22102141552

Med
K34226

EINFÜHRUNG IN DIE LEHRE

VOM

BAU UND DEN VERRICHTUNGEN DES NERVENSYSTEMS.

VON

Prof. Dr. LUDWIG EDINGER
ARZT, DIREKTOR DES NEUROLOGISCHEN INSTITUTES
IN FRANKFURT AM MAIN.

ZWEITE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

MIT 176 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1912.

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No.

Vorwort zur ersten Auflage.

April 1909.

Dies Büchlein ist aus einem Demonstrationskurse erwachsen, den ich vor kurzem einer Anzahl Studierender gegeben habe. Ich folge gerne der mir von ihnen gewordenen Anregung, einmal so kurz als möglich das Wichtigste von dem zu schildern, was wir heute mit einiger Sicherheit vom Baue des Nervensystemes wissen und versuche durch reichliche, z. T. neue Abbildungen, dann aber auch durch Eingehen auf die Funktionen und durch Berücksichtigung dessen, was am Krankenbette verwertbar ist, dem Ganzen Leben und Interesse zu geben. Es ist mir selbst überraschend gewesen, wie präzis sich heute vieles darstellen läßt, was zu den Zeiten, wo meine Studien begannen, noch aus unzähligen Teilstücken vermutungsweise zusammengestellt werden mußte. Der ganze rein anatomische Text ist keine 100 Seiten groß. Allerdings soll er auch nur eine Einführung in das so interessante Gebiet sein. Wer dasselbe besser kennen lernen will, den darf ich auf meine „Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane" verweisen, deren erster Band die Anatomie des menschlichen und des Säugergehirnes bringt, während der zweite der Schilderung des Gehirnes der anderen Vertebraten gewidmet ist.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Kritik hat dies Büchlein freundlich begrüßt. Auf ihre Wünsche eingehend habe ich manches erweitert, viele neue Figuren gegeben und jetzt auch das viscerale Nervensystem ausführlicher dargestellt. Neu konnte ich auch die Schlußvorlesung aus der eben erschienenen achten Auflage des größeren Werkes beifügen. Sie soll den Anschluß der Anatomie an die Psychologie vermitteln.

Frankfurt a. M., Juli 1912.
Leerbachstraße 27.

Edinger.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28133444

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

ERSTE VORLESUNG.

Die Methoden der Erforschung der nervösen Zentralorgane 1

ZWEITE VORLESUNG.

Die Aufbauelemente 14

DRITTE VORLESUNG.

Der Aufbau des Nervensystemes. Physiologisches 28

VIERTE VORLESUNG.

Das periphere Nervensystem 39

FÜNFTE VORLESUNG.

Übersicht über das Gehirn des Menschen 49

SECHSTE VORLESUNG.

Nerven, Wurzeln, Spinalganglien 66

SIEBENTE VORLESUNG.

Das Rückenmark. 1. Der Eigenapparat 74

ACHTE VORLESUNG.

Die Verbindungen des Rückenmarkes mit anderen Teilen des Zentralapparates . . 82

NEUNTE VORLESUNG.

Das verlängerte Mark 92

ZEHNTE VORLESUNG.

Die Brücke 106

ELFTE VORLESUNG.

Das Kleinhirn 124

ZWÖLFTE VORLESUNG.

Das Mittelhirn 135

DREIZEHNTE VORLESUNG.

Der Sehnerv, die Ganglien und Fasern des Zwischenhirnes 149

VIERZEHNTE VORLESUNG.

Das Vorderhirn: 1. Riechapparat und Striatum 164

FÜNFZEHNTE VORLESUNG.

Das Vorderhirn: 2. Das Neencephalon 172

SECHZEHNTE VORLESUNG.

Die Rinde und die Faserung des Großhirnes 190

SIEBZEHNTE VORLESUNG.

Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Aufbau des Nervensystemes und seiner Tätigkeit? 201

ACHTZEHNTE VORLESUNG.

Gesamtübersicht, Schluß 222

Erste Vorlesung.

Die Methoden der Erforschung der nervösen Zentralorgane.

Meine Herren! Die Anatomie des Zentralnervensystems, mit deren Grundzügen Sie diese Vorlesungen bekannt machen sollen, hat seit der Renaissance der anatomischen Wissenschaft das Interesse zahlreicher Forscher lebhaft in Anspruch genommen. Vesalius, Eustachio, Aranzio, Varolio, Fallopia haben die Grundlagen geschaffen, auf denen in späteren Jahrhunderten weiter gebaut werden konnte. Im 17. Jahrhundert erschienen schon größere Monographien, welche mit Rücksicht auf die damalige Untersuchungstechnik fast als erschöpfend zu bezeichnen sind: so die Bücher von Th. Willis und von Raim. Vieussens. Immerhin konnte Willis noch Gebilde wie die Streifenhügel, die vordere Kommissur, die Pyramiden und die Oliven als neu beschreiben. Wichtige Beiträge zur Hirnanatomie gaben damals noch F. D. Sylvius und van Leuwenhoek, welcher letztere zuerst mikroskopische Untersuchungen des Gehirns anstellte. V. Malacarne in Italien, S. Th. v. Sömmering in Deutschland, Vicq d'Azyr und Rolondo in Frankreich trugen gegen Ende des 18. Jahrhunderts wesentlich zur Vertiefung unseres Wissens vom Gehirn bei.

Als das 19. Jahrhundert anbrach, war der allgemeinen Formbeschreibung der Organe des Zentralnervensystems kaum noch etwas Wesentliches zuzufügen. Trotzdem war man in dem, was wir heute als den wichtigsten Teil der Lehre vom Bau des Zentralnervensystems bezeichnen müssen, in der Kenntnis vom feineren Zusammenhang der Teile, vom Faserverlauf kaum vorwärts gekommen. Auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, die man gerade in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnahm, brachten diese Lehre nicht vorwärts. Was noch auf wesentlich makroskopischem Wege zu erreichen war, haben Reil. Gall und Spurzheim, F. Arnold, C. B. Reichert, Foville, Burdach u. a. geleistet.

Namentlich Reil, der zuerst die künstliche Härtung des Gehirns als vorbereitendes Mittel allgemein geltend machte, hat bereits eine große Anzahl anatomischer Facta, die nicht gerade auf der Oberfläche

liegen, richtig gesehen. Als seine wichtigsten Entdeckungen muß man die Abgrenzung des Stabkranzes und des Hirnschenkelsystems bezeichnen, deren Beziehungen zu der sie durchquerenden Balkenfaserung er zuerst erkannte; die Schleife und ihr Ursprung aus den Vierhügeln, der Linsenkern, die Insel und vieles andere haben erst seit seinen Untersuchungen Aufnahme in die Anatomie gefunden.

So recht wie ein Markstein steht am Ausgangspunkt dieser älteren Periode Burdachs Buch „Vom Bau und Leben des Gehirnes“, das,

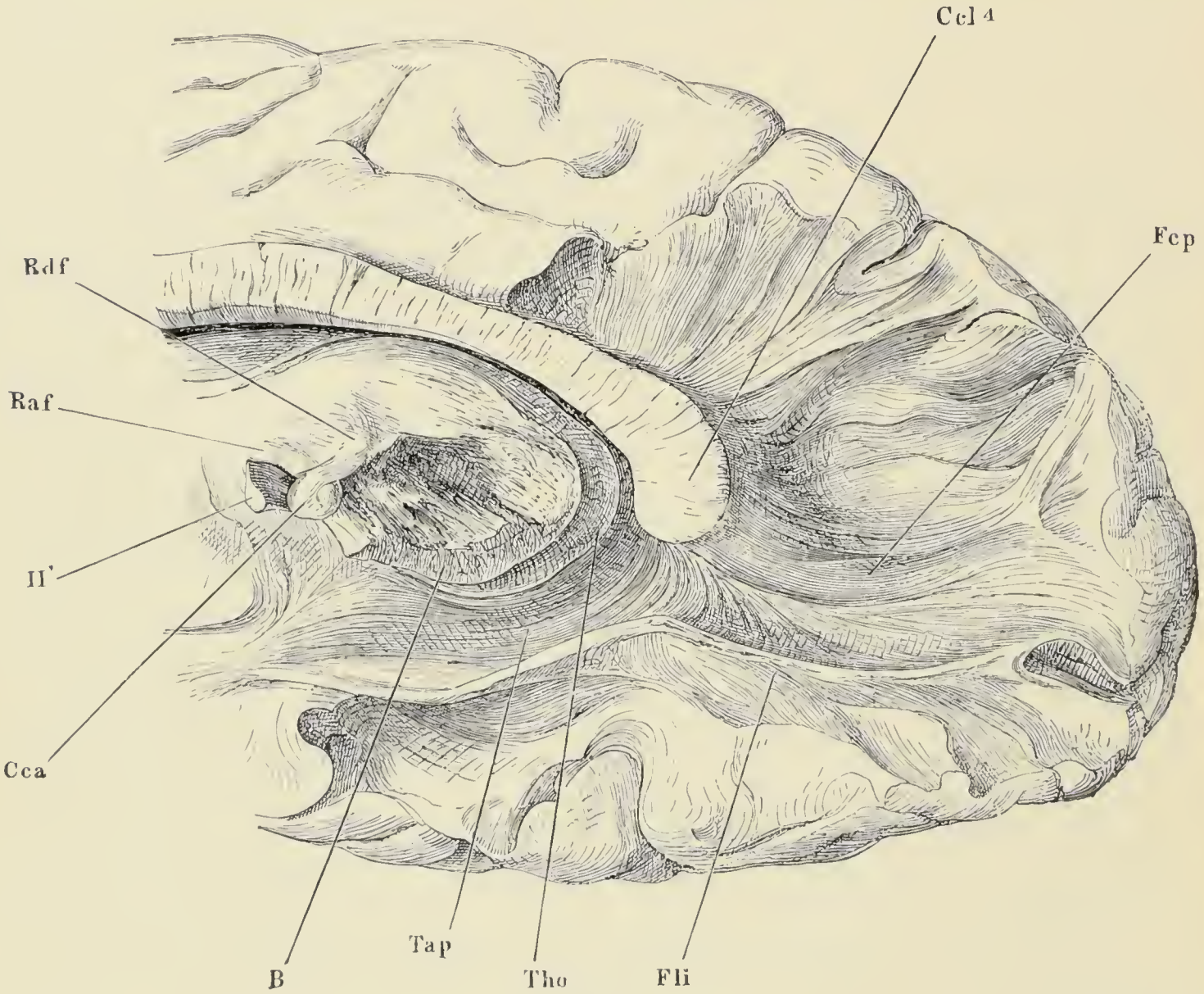


Fig. 1.
Die Faserung des Balkens, durch Abbrechen des erhärteten Präparates mit der Pinzette dargestellt, nach Henle.

1819 erschienen, alles bis dahin Geleistete treu zusammenfaßt und vieles Neue klärend hinzufügt.

Man bediente sich, bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts etwa, ganz vorwiegend der anatomischen Zergliederung mit dem Messer und der Abfaserung gehärteter Gehirnstücke mit der Pinzette. Gall, Burdach, Reil, F. Arnold, Foville haben unter Benutzung der letzteren Methode viel Neues entdeckt. Tiedemanns und Reicherts Verdienst ist es wesentlich, daß man auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte die allgemein morphologischen Verhältnisse besser verstehen lernte.

Seit aber Ehrenberg (1833) dargetan hatte, daß das „Seelenorgan“ aus zahllosen allerfeinsten „Röhrchen“ zusammengesetzt sei, seit Remak die schon Ehrenberg und Valentin bekannten Ganglienzellen genauer beschrieben (1838) und Hannover (1840) deren Zusammenhang mit den Nervenfasern nachgewiesen hatte, war es offenbar, daß die einfache Zerfaserung nicht imstande sein könne, die erstrebte Einsicht in den Bau und Zusammenhang der Zentralorgane zu verschaffen. Es ist das große Verdienst von B. Stilling, eine neue Methode eingeführt und geübt zu haben: die Anfertigung von dünnen Schnitten oder vielmehr ganzen Schnittserien, die in verschiedenen, aber bestimmten Richtungen durch das Organ gelegt werden[1]). Die so erhaltenen Präparate wurden genau durchforscht, ihre Bilder kombiniert und so die Anordnung und der Aufbau des zentralen Nervensystems rekonstruiert. Durch diese Methode und durch die Studien, die er unter ihrer Benutzung anstellte, hat Stilling die Grundlage für die moderne Anatomie des Rückenmarks, der Oblongata, des Pons und des Cerebellum geschaffen.

Am 25. Januar 1842 ließ Stilling bei einer Kälte von — 13 ^{0} R ein Stück Rückenmark frieren und machte dann mit dem Skalpell einen mäßig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen“ schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrößerung die prächtigen Querfaserstrahlungen (zentralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarkes öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein εὕρηκα gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief.“

Die Stillingsche Methode ist die auch jetzt noch am meisten verwendete zur Untersuchung des Zentralnervensystems. Sehr erleichtert wird ihre Anwendung durch die vorzügliche Härtung, welche nach den Angaben von Hannover die verdünnte Chromsäure und die Lösungen von chromsauren Salzen (H. Müller 1859) an den nervösen Zentralorganen hervorbringen. Erst in den letzten Jahren wird die Chromsalzhärtung durch die Fixierung in Formaldehyd verdrängt, die von F. Blum 1893 eingeführt wurde. Man kann jetzt ein ganzes menschliches Gehirn in eine Serie lückenloser Querschnitte von weniger als $^1/_{50}$ mm Dicke zerlegen.

Die erhaltenen Abschnitte können ungefärbt untersucht werden. Alles was Stilling gefunden, wurde an solchen ungefärbten Präparaten gesehen.

Zweckmäßiger aber ist es, sie zu färben. Es ist Gerlachs Verdienst, zuerst (1858) auf die Vorteile aufmerksam gemacht zu haben, welche man durch Tränken der Präparate mit Karmin erhält. Die spätere Zeit hat noch manche Färbemethoden hervorgebracht, namentlich wurden Anilinfarben benutzt. Aber wir haben erst (1883) durch Golgi eine Methode erhalten, welche mehr leistete als die Gerlachsche. Die-

1) Schon vor Stilling fertigte man dünne Schnitte des Zentralnervensystems an (z. B. Rolando 1824), aber die Rekonstruktion des Organes mittelst der Kombination ausgedehnter Schnittserien versucht zu haben, ist wesentlich Stillings Verdienst.

selbe beruht auf Schwärzung der Zellen und ihrer Ausläufer durch Chromsilber. Dieser Methode verdanken wir ganz neue und ungeahnte Einblicke in den feineren Aufbau des Zentralnervensystems. Doch erhält man eigentlich nur Silhouetten der Zellen, über ihren feineren Bau sagt die Golgimethode gar nichts aus. Sorgfältige Härtung und Nachbehandlung mit Anilinfarben haben es zuerst Nissl ermöglicht, Präparate herzustellen, welche einen Einblick in das Strukturbild der Ganglienzelle gewähren.

Die Fibrillen in den Ganglienzellen und Nerven kann man seit 1897 mit Anilinfarben, Apathy, noch besser aber seit 1905, S. Ramon y Cajal, Bielschowsky durch Silberreduktion sichtbar machen.

Der Faserverlauf wird durch Karminfärbung nicht viel deutlicher. Dagegen gelingt es durch eine ausgezeichnete, von Weigert (1884) herrührende Methode der Hämatoxylinfärbung, auch die feinsten Fäserchen tief blauschwarz zu färben, und so, der Stillingschen Methode folgend, ihren Verlauf leichter zu erforschen, als es früher möglich war. Schöne Bilder kann man auch durch die Osmiumsäurebehandlung (Exner, Bellonci) erhalten.

1886 hat P. Ehrlich gezeigt, daß es gelingt, am lebenden Tiere Axenzylinder und Ganglienzelle durch Methylenblau zu färben. Dieses später sehr vervollkommnete Verfahren ist in den Händen von Retzius, Bethe u. a. für die Erforschung des feineren Aufbaues der Teile im Zentralnervensystem von der größten Wichtigkeit geworden.

Der Stillingschen Methode sind die meisten Forscher gefolgt, welche in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das Zentralnervensystem untersuchten.

Stilling und Meynert vornehmlich verdanken wir die Hauptmasse dessen, was wir vom feineren Bau des Gehirnes und Rückenmarkes wissen, neuere Arbeiter sind von dem ausgegangen, was jene schufen.

Benedikt Stilling hat die ganze Grundlage unseres Wissens von der Brücke, dem Kleinhirn, dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke geschaffen durch eine Reihe großartig angelegter und von nicht wieder erreichtem Fleiße zeugender Werke, die sicher ein monumentum aere perennius des großen Kasseler Arztes bleiben werden.

Meynert aber hat nicht nur alle Gebiete des Hirnes und Rückenmarkes systematisch auf Schnitten und abfasernd durchgearbeitet und dabei mehr Tatsachen neu entdeckt, als, Stilling ausgenommen, irgendein früherer Forscher, sondern er hat auch in wahrhaft genialer Konzeption auf Grund der feineren Anatomie eine Theorie des Hirnbaues aufgestellt, welche auf die Anatomie und auf die Psychologie in gleichem Maße bis heute fruchtbringend und zu Neuem anregend fortwirkt.

Es liegt im Wesen der Stillingschen Methode begründet, daß die Verfolgung einer Nervenbahn auf lange Strecken hin nur sicher und möglich ist, solange die sie zusammensetzenden Züge nicht durch Ganglienzellen unterbrochen werden oder aus der Schnittebene abbiegen,

so lange sie nicht ein Fasergewirr eingehen oder sich aus einem Bündel in zahlreiche sich zerstreuende Fäserchen spalten. Aber im Rückenmark auch der kleinsten Tiere kommt kaum eine Faser vor, deren ganzer Verlauf in einer Schnittebene zu übersehen wäre.

Man hat sich daher, nachdem man angefangen hatte, sich etwas auf dem schwierigen Gebiete zu orientieren, nach weiteren Methoden umgesehen, welche ein Auffinden und Verfolgen der Faserbahnen gestatten. 1852 hatte Waller gezeigt, daß durchschnittene Nerven in den Abschnitten zerfallen, welche nicht mehr mit der Ursprungszelle zusammenhängen und Türk hatte schon 1850 gezeigt, daß die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die nach aufwärts sich in anderen Fasersträngen fortpflanzten, als nach abwärts. Es gelang durch seine Arbeiten, sowie die von Bouchard, von Flechsig, Charcot und vielen anderen nachzuweisen, daß im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete an immer den gleichen Stellen liegen, Fasern, welche, wenn sie degeneriert sind, auf die ganze Länge ihres Verlaufes hin sich vom gesund gebliebenen Gewebe abheben, und so leicht ihrer Richtung entlang verfolgt werden können. Das Stadium dieser sekundären Degenerationen ist seitdem sehr wichtig für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre geworden. Nicht nur die Faserbahnen, auch die Ursprungszellen kann man oft so herstellen. Wird die aus ihnen kommende Bahn nicht allzuweit von dem Ursprung abgetrennt, so erkranken (Nissl, Forel) auch die Zellen selbst.

Es lag nahe, absichtlich ganz bestimmte Teile der Wurzeln oder des Rückenmarkes z. B. zu durchschneiden und so durch die willkürlich erzeugte sekundäre Degeneration weiter in den Bau einzudringen. Solche Versuche wurden viele gemacht, und manches Wichtige verdanken wir den Experimentatoren, welche so vorgingen. So wurden beispielsweise durch die Durchschneidungsversuche von Singer und von Schiefferdecker, denen sich später solche von Löwenthal, Sherrington, Mott u. v. a. beigesellten, unsere Kenntnise vom Verlauf der Nervenwurzeln im Rückenmark sehr bereichert.

Technisch können solche Degenerationen auf drei Weisen studiert werden. Man kann entweder den völligen Untergang der Fasern abwarten und dann den Verlauf der verödeten Strecke mit Carmin- oder Markscheiden-Färbungen verfolgen, oder man kann durch Einlegen des Präparates wenige Wochen nach der Operation in eine osmiumsäurehaltige Chromsalzlösung die Zerfallprodukte schwärzen (Marchi). Namentlich die letztere Methode gibt sehr klare Bilder, Linien von schwarzen Pünktchen der degenerierten Fasern auf hellem Grunde. Schließlich kann man, nach der Durchschneidung eines Faserzuges suchen, welche Zellen vorübergehend in Degeneration verfallen (Kohnstamm). Fig. 2 ist ein solches Experiment abgebildet.

Wenn man bei neugeborenen Tieren periphere oder zentrale Nerven-

substanzen operativ entfernt, so entwickeln sich mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehende Fasern nicht weiter, gehen allmählich sogar ganz zugrunde. Diese Erfahrung hat zuerst Gudden (1870) benutzt, um uns mit einer neuen und fruchtbaren Untersuchungsmethode zu beschenken. Er hat beispielsweise die nach Exstirpation eines Auges im Gehirn entstehenden Atrophien auf Schnitten usw. verfolgt und so die nächsten zentralen Endigungen des betreffenden Sehnerven aufgefunden. Wo immer sonst noch am Gehirn er experimentiert und nachträglich untersucht hat, überall hat er neues und wichtiges zutage gebracht. Außer Gudden verdanken wir namentlich Forel und Monakow wichtige, mit dieser Methode gewonnene Kenntnisse über den Faserverlauf im Rückenmark, die Ursprungsart verschiedener Hirnnerven, den Verlauf der Schleife im Gehirn u. v. a.

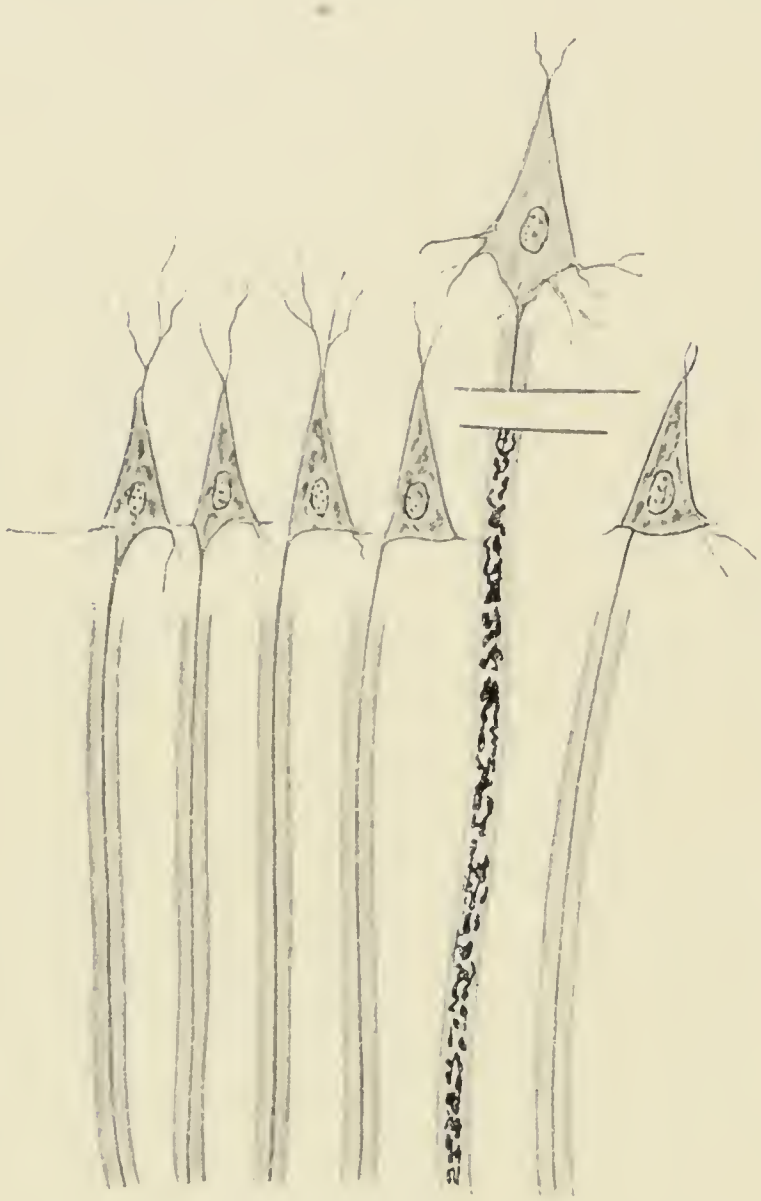


Fig. 2.
Die Methode der sekundären Degeneration. Im Nervenstamm liegen 6 Fasern aus verschiedenen Ganglienzellen. Wird eine dieser 6 von ihrer Zelle getrennt, so entartet sie und es schwärzt sich das peripher von der Trennung liegende Stück mit Überosmiumsäure. Auch die Zellkörnung ändert sich etwas.

Zuweilen bieten sich Fälle,

Fig. 3.
Schnitt durch das Halsmark eines 45jährigen Mannes, der mit einem kurzen Amputationsstumpf des linken Vorderarms zur Welt kam.

wo die Natur gleichsam selbst ein Guddensches Experiment am Menschen angestellt hat. So konnte ich einmal das Rückenmark eines Mannes untersuchen, dem intrauterin ein Arm zerstört war. Hier waren die End- und Ursprungsstellen der zugehörigen Nerven durch ihre Atrophie sofort nachweisbar. Fig. 3 ist das abgebildet.

Überhaupt gewähren Mißbildungen oft die Möglichkeit, die eine oder die andere Bahn leichter zu erkennen, als dies im normalen Gehirn möglich ist. Noch wichtiger aber wird ihre Untersuchung für die Er-

kenntnis des Mechanismus der Hirnanlage, der Korrelationen der Teile zueinander, der Unabhängigkeit einzelner Teile vom Ganzen usw. Namentlich v. Monakow, Veraguth, Anton, Zingerle, Vogt u. a. haben hier Wichtiges geleistet.

Die Lehre vom Faserverlauf hat durch die Methode der sekundären Degenerationen und Atrophien einen guten Schritt vorwärts getan. Noch förderlicher aber wurde ihr eine neue Methode, welche sich auf die Untersuchung der Markscheidenentwicklung gründete.

Es gebührt das Verdienst, diese Methode in die Forschung eingeführt und mustergültig ausgenutzt zu haben, P. Flechsig (1872—1908). Er hat gezeigt, daß die verschiedenen Faserzüge, welche auf dem Schnitt durch das Zentralorgan des Erwachsenen ganz gleichartig aussehen, in der Embryonalzeit sich sehr wesentlich dadurch voneinander unterscheiden, daß sie zu verschiedener Zeit ihr Nervenmark bekommen. Ganze „Systeme“ auf dem Rückenmarksquerschnitt sind noch durchsichtig zu einer Zeit, wo andere bereits weiß, markhaltig geworden sind. Die Verfolgung der weißen Partien auf Quer- und Längsschnitten ist sehr viel leichter, gibt sehr viel sicherere Resultate, als die Verfolgung von Nervenfasersträngen am völlig ausgebildeten Organ.

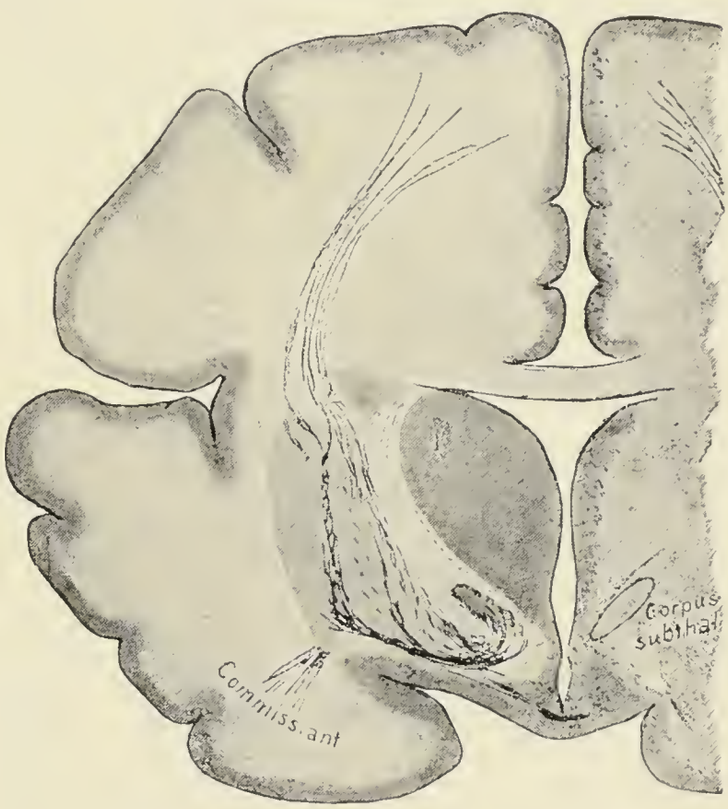


Fig. 4.
Frontalschnitt durch das hintere Ende der Fossa Sylvii am Gehirn einer neunmonatlichen totgeborenen Frucht angelegt. Die markhaltigen Fasern schwarz gezeichnet. In Wahrheit heben sie sich weiß vom grauen Untergrunde ab.

Über die Entwicklung des Nervensystems sind wir durch Arbeiten von Tiedemann, Kölliker, v. Mihalkowics, His, Kupffer bereits recht gut orientiert.

Das Nervensystem stammt von der Zellschicht, welche die Embryonalanlage überzieht, dem äußeren Keimblatt. Ein Teil dieser dünnen Lamelle senkt sich in länglicher Rinne in die Tiefe, um, allmählich sich abschließend, zu der röhrenförmigen Anlage des Zentralnervensystems zu werden, ein anderer dicht neben jener Rinne beiderseits liegender bildet die Anlage der Spinal- und Kopfganglien. Viele zerstreut liegende Stellen weisen Zellen auf, welche auch beim ausgebildeten Tiere in den äußeren

Bedeckungen liegen bleibend, Hautsinnesapparate bilden oder, sich mehr oder weniger in die Tiefe senkend, die Anlage anderer Sinnesorgane, des Gleichgewichtsapparates, des Riech- und Hörapparates bilden. Dieses relativ einfache Bild wird nun dadurch um ein weniges komplizierter, daß manche Anlagen, welche bei den Wirbellosen völlig in der Peripherie bleiben, bei Wirbeltieren dicht an den Zentralapparat sich legen und mit diesem verschmelzen; auch dadurch, daß, wenn einmal die Nervenrinne geschlossen ist, von ihr aus Zellkomplexe wieder

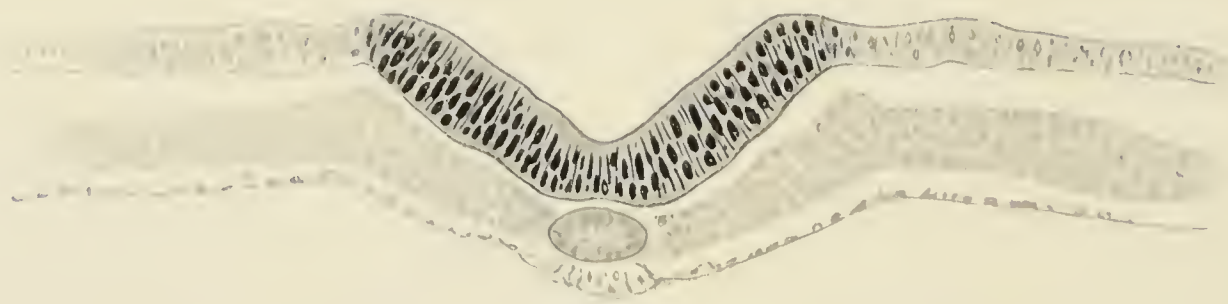


Fig. 5.
Querschnitt durch die Medullarrinne eines Entenembryo von 60 Stunden.

hinaus in die Peripherie wandern, um da später als selbständige, zerstreute Nervenknoten weiter zu leben.

Immer kommt als Zentralapparat ein röhrenförmiges Gebilde zustande, in welches die rezipierenden Nerven einmünden und aus welchem die motorischen Nerven entspringen. Am kapitalen Ende liegen mehrere Erweiterungen dieser Röhre, die man

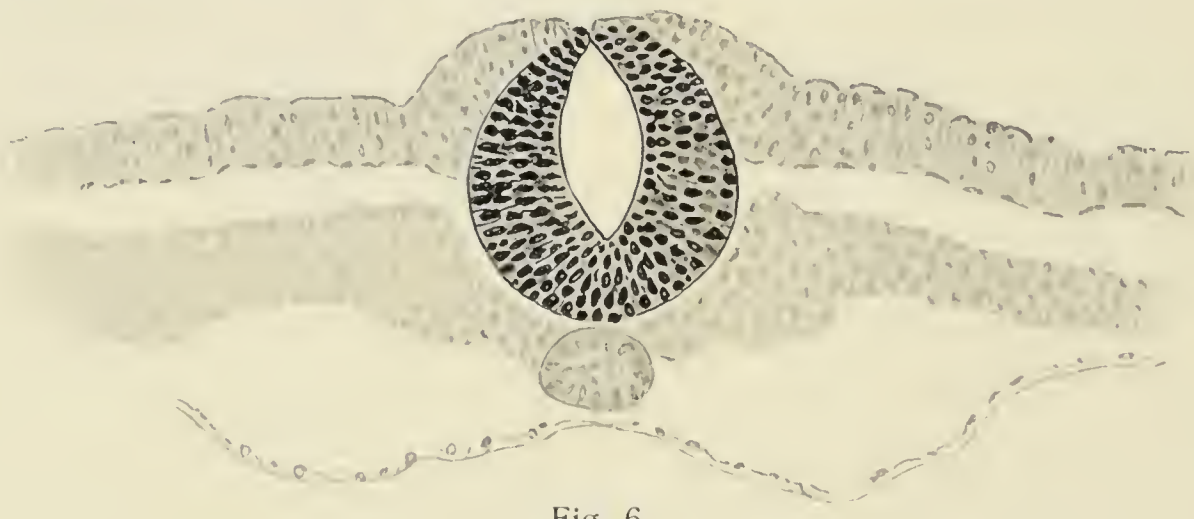


Fig. 6.
Dasselbe 10 Stunden später. Die Rinne hat sich zum Medullarrohr geschlossen.

als Hirnblasen bezeichnet, weil aus ihren lateralen und basalen Abschnitten die Gehirnteile hervorgehen.

Alle motorischen Nerven entstehen als Fortsätze von im ventralen Teil des Nervenrohres liegenden Zellen. Jede Zelle sendet ein Fäserchen aus, das an die Oberfläche tritt und dort sich mit den Nachbarfasern zur Bildung eines ventralen Wurzelbündels vereint. Die rezipierenden Wurzel-Fasern, die zumeist dorsal eintreten, haben eine ganz andere Herkunft. Sie entstehen nämlich nicht im Zentralorgan, sondern außerhalb desselben in den Ganglien, welche, neben diesem liegend, es auf

seiner ganzen Länge begleiten. Die Zellen dieser Ganglien (Spinalganglien und Ganglien der Hirnnerven) wachsen nach zwei Seiten zu Fasern aus. Eine dieser Fasern tritt in das Zentralorgan ein, die andere wächst als rezipierender oder sensorischer Nerv nach der Peripherie.

Die Ganglien der Kopfnerven nehmen im späteren Embryonalleben nochmals andere Elemente aus der äußeren Körperbedeckung in sich auf, haben also nicht so einfache Entstehung und Zusammensetzung wie die Spinalganglien.

Der rezeptorische Nerv splittert sich, an der Peripherie angekommen, auf, entweder frei im Epithel, oder zwischen modifizierten, meist epithelialen Gebilden, Endapparaten.

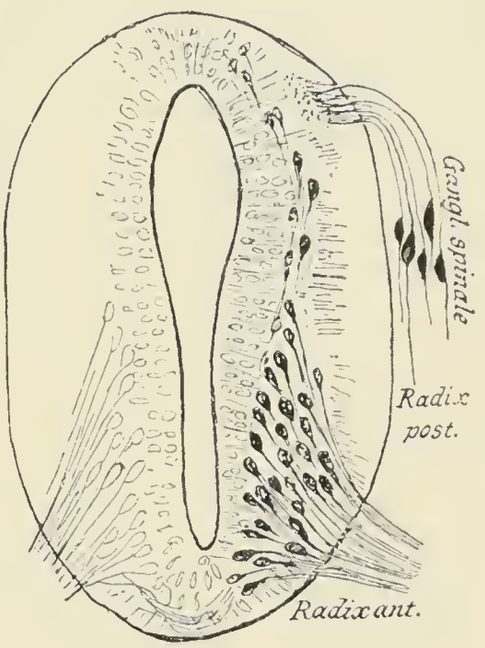


Fig. 7.
Rückenmarksdurchschnitt einer menschlichen Frucht aus der 4. Woche. Man sieht ventral die motorische Wurzel aus Zellen des Markes sich entwickeln. Dorsal wächst — nach einer Frucht von 4½ Wochen — die sensible Wurzel aus Zellen des Spinalganglions ein. Kombiniert aus Abbildungen von His.

Aber außer der Ontogenie ist hier auch einiges von großem Interesse aus der Phylogenie bekannt geworden. Bekanntlich weist die äußere Bedeckung noch sehr wenig entwickelter Tiere, der Cölenteraten z. B., mitten unter den gewöhnlichen Epithelzellen solche auf, welche durch ihre Anordnung zu bestimmten Gruppen und durch den Besitz eines längeren Endfadens, der sich in das Nervensystem einsenkt, sich auszeichnen. Es ist nun in der ganzen Reihe der niederen Tiere ein sehr häufiges Vorkommnis, daß im Ektoderm liegende Zellen durch solche Fasern mit dem benachbarten Nervenknoten verbunden sind. Spricht ihre Lage in der Epidermis schon dafür, daß es sich um Anteile des rezipierenden Apparates hier handelt, so wird die Vermutung zur Sicherheit, wenn man erkennt, wie vielfach diese Zellen zu Gebilden in Beziehung stehen, welche besondere Reize aufzunehmen geeignet sind. Lange, starre Haare, schwingende Borsten, aufgesetzte Stifte scheinen Tasteindrücke leicht übermitteln zu können, während wir ganz analoge Zellen zur Hohlkugelwand da geordnet sehen, wo ein Steinchen, ein Otholith, im Innern der Kugel schwingend, den Sinnesapparat für das Gleichgewicht darstellt. Linsenförmige Teile des Ektoderm liegen an anderen Stellen vor ebensolchen Zellen, wohl geeignet Licht- oder Wärmestrahlen diesen in besonderer Weise zu übermitteln. Es ist hier ja nicht möglich, eine Schilderung all dieser mannigfachen Einrichtungen zu geben, welche bei den Wirbellosen als Sinnesapparat fungieren, nur das soll hervorgehoben werden, daß von der einfachen Epithelzelle des Ektodermes bis zu hoch differenzierten Apparaten alle Übergangsformen gefunden

werden, und daß auch bei den höchsten der gleiche Typus, die Epithelzelle, welche einen Faden in das Nervensystem hineinschickt, wiederkehrt. Lenhossék hat nun eine Hypothese ausgesprochen, welche sich bisher von großem heuristischen Werte erwiesen hat und geeignet ist, unsere Anschauung vom sensiblen Teile des peripheren Nervensystems einfacher und folgerichtiger zu gestalten. Alle rezeptorischen Nerven bei den Wirbellosen und bei den Wirbeltieren stammten, meint er, von solchen ursprünglich im Integument gelegenen Zellen. Es rückten die Zellen nur vielfach in die Tiefe, einen langen, oft aufgezweigten Faden in der Haut zurücklassend; bei den Wirbeltieren gerieten sie bis in die Wirbelsäule

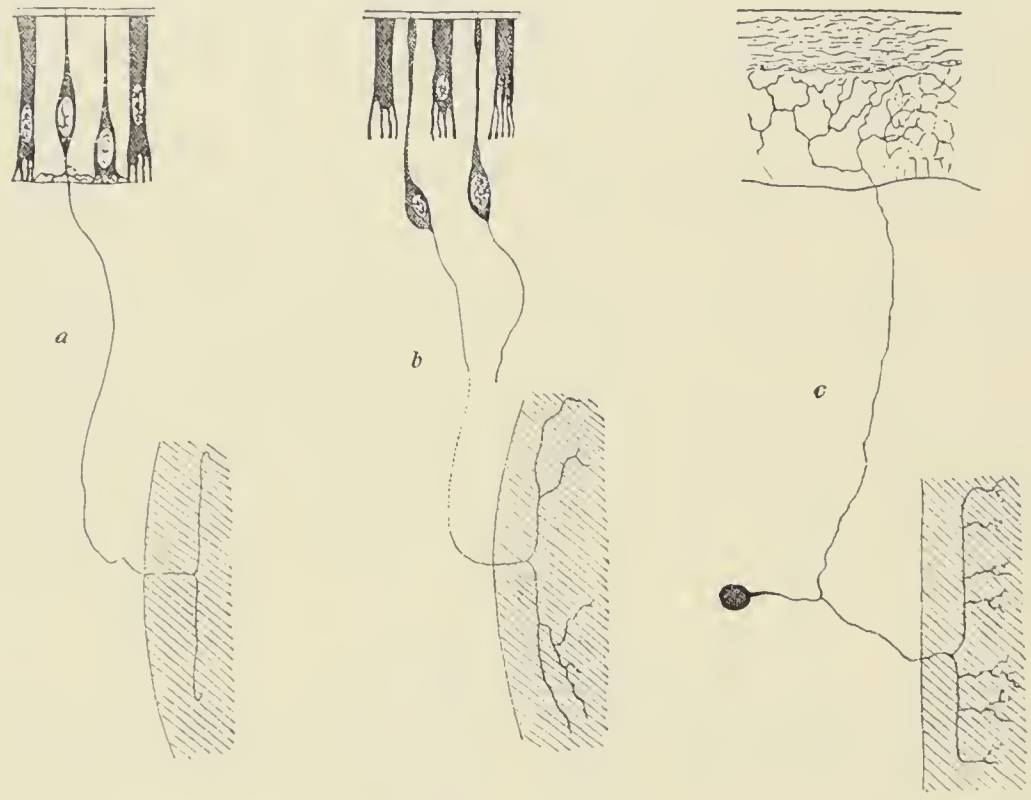


Fig. 8.

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien des Regenwurmes. *b* ebensolche von einer Schnecke. *c* Spinalganglienzelle eines Wirbeltieres — ein Fortsatz, der rezeptorische Nerv, geht zur Haut, ein zweiter als Wurzel in das Zentralorgan hinein. — In allen drei Zeichnungen ist das Zentralorgan schraffiert.

als Spinalganglienzellen. Ob die Zellen nun aber direkt im Oberflächenepithel liegen, oder ob sie mit diesem nur durch den Ausläufer, den sensiblen Nerven, verbunden sind, immer senden sie rückwärts einen Faden in das Nervensystem hinein. Retzius hat bei Mollusken solche Übergangszellformen mit peripherem Faden von sehr verschiedener Länge beschrieben, wo die einer Epithelzelle gleichwertige Ganglienzelle nicht mehr in der Haut, sondern in verschiedener Tiefe unter derselben liegt. In Figur 8 lege ich nach Zeichnungen des letzteren Autors eine kleine Reihe vor, welche leicht zeigt, wie man sich nach dem eben Vorgetragenen die Entwicklung des sensiblen Nervensystems denken kann.

Es handelt sich übrigens in den Fällen, wo die rezipierende Endzelle noch ganz in der Peripherie liegt, keineswegs immer um niedere Tiere, viel-

mehr findet man noch bei den Wirbeltieren dergleichen und zudem die mannigfachsten Übergangsbilder, wenn man die Nervenendigung in den Sinnesorganen studiert. Die Epithelien der Riechschleimhaut senden, wie die der Regenwurmhaut, einfach einen Fortsatz hinein in das Gehirn. Im Ohre aber gibt es keine Endzellen in diesem Sinne mehr, es liegt da die betreffende Zelle im Ganglion spirale der Schnecke, während ihr peripherer Fortsatz die Stiftzellen der Crista acustica aufgezweigt umfaßt, ganz wie der sensible Nerv die Epidermiszellen, Fig. 9. Auch für die Geschmacksfasern ist eine derartige Aufzweigung um Zellen nachgewiesen. Von der Retina wissen wir, daß sie Nervenbahnen enthält, die, aus dem Zentralorgan kommend, sich um ihre Elemente aufzweigen, daneben aber auch Ganglienzellen führt, die ihren Achsenzylinder rückwärts dem Zentralorgan zusenden.

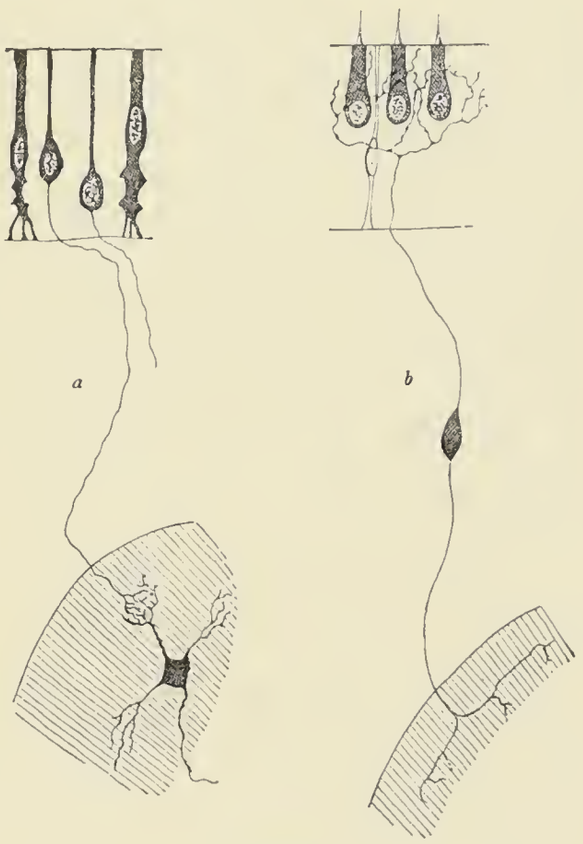


Fig. 9.

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien der Nase, senden ihren Achsenzylinder als Riechnerv, Fila olfactoria, rückwärts zum Gehirn, wo er sich aufzweigt. *b* eine Ganglienzelle aus dem Ganglion spirale oder Schnecke. Ihr peripherer Fortsatz verzweigt sich um die Stiftzellen der Macula, ihr zentraler geht als Ramus cochlearis N. acustici in das Gehirn.

Noch in das 17. Jahrhundert ragen die ersten Versuche, dem Gehirne auf vergleichendem Wege näher zu treten, hinein, und die Literatur der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zählt schon eine ganze Anzahl von Schriften, die sich mit dem Gehirne niederer Wirbeltiere beschäftigen. Namentlich war es das Fischgehirn, das immer wieder zu neuen Studien anregte. Die zahlreichen Arbeiten dieser Zeit fanden einen gewissen Abschluß durch das Werk von Leuret und Gratiolet über das Gehirn der Wirbeltiere. Natürlich beschäftigten sich alle diese Studien nur mit der äußeren Form des Gehirnes. Das Interesse am feineren Bau ist lange Zeit gering gewesen, obgleich ja eigentlich dieser der Kern und jene nur die Schale ist. Dazu kam die Unzulänglichkeit der Methoden, mit denen man sich lange behelfen mußte. Nur wenige vermochten in dem Gewirre der Bahnen, das auch bei den niedersten Wirbeltieren bereits vorhanden ist, einzelne Züge klar zu erkennen, einzelne Ganglien und Nervenursprünge zu unterscheiden. Denn so einfach und durchsichtig auch die äußeren Verhältnisse oft bei niederen Wirbeltieren sind, so ist doch der innere Bau, besonders in den hinter dem Zwischenhirn liegenden Hirngebieten, oft kaum minder kompliziert, als bei den Säugetieren selbst. Die Zellen und Faserzüge, welche den einfachsten motorischen, sensorischen und psychischen Verrichtungen dienen,

müssen ja wohl überall dieselben sein, aber sie sind schon bei den Larven der Cyklostomen nicht mehr ganz einfach durchsichtig.

Erst in den letzten 25 Jahren ist es der vereinten Arbeit vieler Forscher gelungen, in den feineren Bau mehr und mehr einzudringen. Die Säuger wurden bald näher bekannt, wozu namentlich Arbeiten von Elliott Smith, G. Retzius, Ziehen und der Obersteinerschen Schule beigetragen haben. Aber auch den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln ist von Verfasser, den beiden Herrick, Johnston, Gaupp, Wallenberg, Kappers, S. R. y Cajal, Haller, Brandis und noch vielen anderen viele Arbeit gewidmet worden. 1896 konnte zum erstenmale von mir eine Übersicht über die vergleichende Anatomie gegeben werden, die sich bis 1908 zu einem dicken Buche ausgewachsen hat; so schnell ist unser Wissen gestiegen.

Das für die allgemeine Betrachtung Wichtigste, was die vergleichende Anatomie gelehrt hat, ist, daß der ganze Mechanismus vom Rückenmarkende bis zum Riechnerven bei allen hohen und niederen Vertebraten im Prinzipe überall ganz gleichartig angeordnet ist, daß also für die einfachsten Funktionen durch die ganze Reihe hindurch gleichartige Unterlagen bestehen, einerlei, ob es sich um einen Menschen oder um einen Fisch handelt. Diesen basal liegenden Hirnteil, den ältesten, kann man **Palaeencephalon** nennen.

Wo eine bestimmte Aufgabe von einem Tiere in der Lebensführung zu erfüllen ist, da besitzt es auch für diese im Palaeencephalon einen jedesmal sehr vollkommen ausgebildeten Apparat. So ist das Rückenmark und die Oblongata von Myxine, wohl einem der ältesten und einfachsten Vertebraten, bereits recht kompliziert ausgebaut. Die geringe schlängelnde Bewegung des Tieres, das meist an Steine etc. angesaugt lebt, verlangt nur besondere Entwicklung der spinalen motorischen und rezeptorischen Apparate und einen gewissen Apparat, der den Gesamttonus des Leibes aufrecht hält. Ein solcher ist nun in das Rückenmark eingebaut. Enorme aus dem Mittelhirn und ganz besonders aus der Gegend des statischen Nerven kommende Fasern durchziehen die ganze Länge des Myxinenmarkes. Solche Fasern haben auch die Fische, aber bei diesen, die nicht auf die Rumpfbewegung allein mehr angewiesen sind, spielen sie eine wesentlich geringere Rolle und bei den geschwänzten Amphibien sind nur noch wenige vorhanden. Aber der gleiche „vestibulospinale Apparat“ bleibt, wenn auch recht gering ausgebildet, bis zum Menschen bestehen.

Zahlreiche andere Beispiele bietet die vergleichende Hirnanatomie, die zeigen, daß einzelne Apparate bei besonderen Anforderungen zu besonderen Mechanismen ausgebildet werden, die, wenn sie nicht mehr durch die Lebensweise erfordert werden, wieder verschwinden. Von so isolierten Fällen, wie sie die Entwicklung eines motorischen Vaguskernes zum Kerne des elektrischen

Nerven bei Rochen bietet, bis zu weit ausgedehnten Kernveränderungen für spezielle Verrichtungen gibt es alle möglichen Übergangsstufen. Bei vielen Teleostiern hypertrophiert der sensible Abschnitt des Facialis, derselbe, der beim Menschen als Chorda tympani in geringen Resten noch besteht, zu einem ungeheuren Kerne, der geschmacksknospenartige Bildungen am Kopfe, ja an der äußeren Haut versorgt. Vom Octavus, den die Säuger nur als Hörnerv und als statischen Nerv besitzen, ist bekannt, daß er bei allen wasserlebenden Tieren noch einen mächtigen Nebenkern hat, aus dem die Fasern für die Kopf- und Seitenlinien stammen, die Sinnesorgane für die Rezeption des Druckes enthalten, den strömendes Wasser übt.

In den kleineren vorderen Vierhügeln des Menschen erkennt man kaum den mächtigen Apparat wieder, den alle Fische und Vögel an gleicher Stelle besitzen, aber bei den letzteren spielt das enorme Auge eine ganz andere Rolle im sonst weniger differenzierten Hirnmechanismus als bei den Säugern.

Manchmal fehlen auch Palaeencephalonteile ganz. — So haben Myxine und auch Proteus keine Spur eines Kleinhirnes und bei Petromyzon, ja bei den meisten Amphibien ist nur ein minimales Blättchen an Stelle des Cerebellums vorhanden. Bei den Vögeln und den großen Schwimmern wieder, den Haien und Lachsen z. B., ist es so enorm, daß man in dem Riesenorgane das dünne Blättchen gar nicht mehr wiedererkennt, aus dem es entstanden und das vielfach dauernd vorhanden ist.

Die Kleinhirnentwicklung ist so durchaus von den lokomotorischen Anforderungen abhängig, daß innerhalb ganz nahe stehenden Familien die größten Differenzen vorkommen. Nicht nur haben die wenig schwimmenden Flunderarten sehr kleine Cerebella, sondern innerhalb der Schildkröten zeigen die landlebigen oft nur halb so große Cerebella als die schwimmenden Arten. Das gleiche beobachtet man an landlebigen Eidechsen und den schwimmenden großen Sauriern.

Wo immer man untersucht, jedesmal zeigt sich die Entwicklung der einzelnen Palaeencephalonteile von der Lebensweise durchaus abhängig.

In Spuren bei den Selachiern, größer schon bei den Amphibien tritt das **Neencephalon** auf, ein Apparat, der sich über jenes Palaeencephalon schaltet. In kontinuierlicher Reihe nimmt er durch die Amphibien bis zu den Säugern immer mehr zu und in der Reihe der letzteren wächst er zu dem enormen Gebilde an, das beim Menschen Träger aller höheren seelischen Funktionen ist.

Teilt man alle Handlungen in palaeencephale und neencephale ein, je nachdem sie von dem einen oder anderen der beiden großen Hirnabschnitte geleistet werden, so gewinnt man ein Einteilungs- und Studienprinzip für die vergleichende Psychologie.

Sie sehen, meine Herren, der Wege zum Ziele sind viele. Für

jede einzelne Aufgabe wird man sich immer neu die Frage vorlegen müssen, welche Methode zur Lösung anzuwenden ist, vor allem, wo man erwarten darf, den einfachsten Verhältnissen zu begegnen. Selten nur wird die Untersuchung von Organen des erwachsenen Menschen zu sicherem Ziel führen, meist wird es nötig werden, auf irgendeinem Wege sich künstlich größere Einfachheit zu schaffen.

Von Zeit zu Zeit hat man versucht, das, was über die feinere Anatomie des Zentralnervensystems bekannt war, in eine schematische Zeichnung zu fassen. Die ältesten schematischen Darstellungen der Hirnfaserung, welche mir bekannt wurden, finden sich bei Descartes in dem Tractatus de homine, der 1662 erschien.

In den folgenden Vorlesungen, meine Herren, wollen Sie an vielen Stellen Wort und Bild auch nur als eine Art Schema betrachten. Sie verfolgen nur den Zweck, Ihnen die wichtigsten Tatsachen möglichst übersichtlich vorzuführen. Dabei ist vieles Kontroverse, das sich noch nicht in den Gesamtplan einfügen läßt, nur kurz gestreift, gar manches Detail nicht erwähnt. Überall, wo es anging, sind nicht nur die auf rein anatomischem Wege gewonnenen Linien gezeichnet worden, sondern auch die Bahnen, welche aus gut beobachteten pathologischen Fakten erschlossen werden konnten.

Ein Schema ist ein schwankendes Gebäude; es muß bald da, bald dort ausgebessert werden; es wird oft genug des Niederreißens und des Wiederaufbauens einzelner Teile bedürfen. Man hat die Berechtigung bestritten, Schemata aufzustellen auf einem Gebiete, das noch so viele Lücken aufweist, wie unser Wissen vom Bau des Zentralnervensystems. Lassen Sie es uns aber mit dem alten Burdach halten, der da 1819 schrieb: „Das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht allein, was not tut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überschauen, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muß. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“

Zweite Vorlesung.

Die Aufbauelemente.

Meine Herren! Daß die Hauptmasse des Nervensystems ein Abkömmling der Zellschicht ist, welche den Embryo außen überzieht, das hat die vorige Vorlesung Sie gelehrt. Ist das Nervensystem ein-

mal über die ersten Entwicklungsstadien hinaus, so zeigen sich histologisch schon im wesentlichen die Verhältnisse, denen man im ausgebildeten Zustande begegnet.

Diesen wollen Sie nun für kurze Zeit Ihre Aufmerksamkeit schenken.

So viele haben diesem Kapitel der Histologie ihr Interesse und ihre Arbeitskraft gewidmet, daß ein Anfang 1887 erschienenes Verzeichnis (Nansen) bereits 341 Arbeiten über Nervenfasern und Ganglienzellen aufweisen kann. Allein zwischen 1895 und 1910 sind ca. 1700 Arbeiten über die Struktur der Zelle veröffentlicht worden und ein 1908 erschienenes Literaturverzeichnis nur über die Spinalganglienzellen zählt 421 Nummern!

Fig. 10.

Nach Ranvier. Aus einem Rückenmarkstückchen. *A* und *B* Ganglienzellen, bei *D* Axenzylinder, *p* Protoplasmafortsätze, *C* Neurogliazellen.

Das ganze Zentralorgan wird aufgebaut von der Gerüstsubstanz und der Nervensubstanz. Die erstere wird zunächst repräsentiert durch die Scheiden der zahlreichen Gefäße, welche als stärkeres Gerüst das Organ überall durchziehen, dann aber durch die Neuroglia.

Die **Neuroglia** besteht aus Zellen und einer ungeheuren Masse feiner Fädchen von recht verschiedenem Kaliber, welche das ganze Zentralorgan durchziehen und, indem sie unendlich viele Überkreuzungen haben, ganz das Bild eines feinen Flechtwerkes darstellen. An manchen dieser Überkreuzungsstellen liegen dünne Zellplättchen den Fasern an.

Das Netz der Neuroglia verhält sich an verschiedenen Stellen des

Zentralnervensystems etwas verschieden und bildet z. B. an der Oberfläche dichte, von Nervensubstanz fast freie Anhäufungen. Größere Nervenzellen werden häufig so umsponnen, daß sie in einem engmaschigen Korbe zu liegen scheinen. Die Neurogliafaserung ist ein ganz eigenartiges Gewebe, das nur im zentralen Nervensysteme bis jetzt gefunden worden ist — nur der Sehnerv besitzt noch Glia — das sich durch seine Färbungsverhältnisse absolut von anderen Gewebsarten abgrenzen läßt, und sich auch bei pathologischen Prozessen in besonderer Weise verhält. Wenn irgendwo im Zentralnervensysteme Nervensubstanz durch Erkrankung ausfällt, so wuchert immer faserige Glia in die leer werdenden Stellen. Der faserige Teil der Neuroglia ist wohl ein echtes Stützgewebe. Anders verhält es sich mit dem zelligen Teil. Es liegen überall im Nervensystem Zellen mit relativ großen Kernen und wenig Protoplasma, manche auch mit mehreren Ausläufern, die an Schnitten normalen Gewebes oft nur mittels besonderer Färbemethoden von Ganglienzellen geschieden werden können. Es läßt sich nachweisen, daß diese Zellen und die ihnen in peripheren Nerven analogen der Schwannschen Scheide die Abbauprodukte, die im Nervensystem bei Erkrankungen und bei der normalen Funktion entstehen, aufnehmen und weitertransportieren. Manches spricht dafür, daß sie auch die Nährstoffzuführung vermitteln.

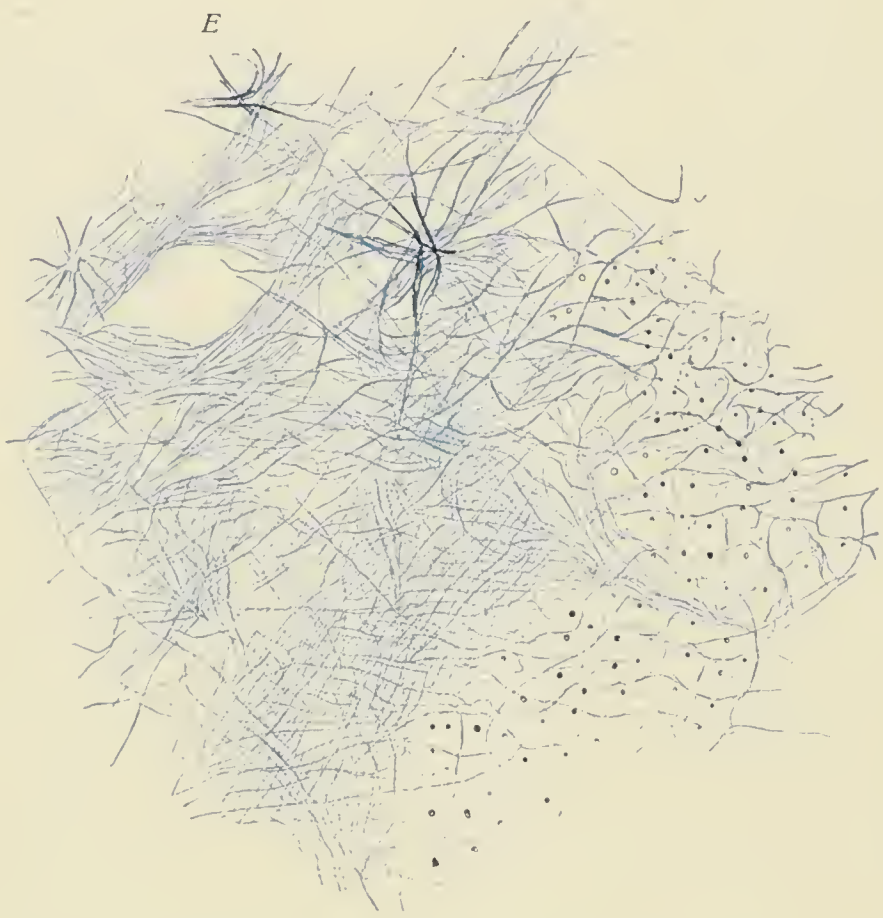


Fig. 11.
Neuroglia an der Grenze von weißer und grauer Substanz, nach einem Originalpräparat von C. Weigert. Neurogliafasern blau, Axenzylinder schwarz.

In der Umgrenzung des zentralen Hohlraumes bleiben dauernd Epithelzellen, die bei niederen Vertebraten peripherwärts weithin durch das Nervensystem ihre Schwänze senden, beim Menschen aber viel kürzer sind. Manche tragen Flimmern.

Das eigentliche Nervengewebe, welches die Hohlräume des geschilderten Netzwerkes erfüllt, besteht aus Ganglienzellen, Nervenfibrillen und Nervenfasern.

Die Gestalt der **Ganglienzellen** ist eine außerordentlich verschiedene. Rundliche, fast kugelförmige Gebilde von geringer Größe mit

spärlichen Fortsätzen, multipolare Organismen mit zahlreichen Ausläufern von der zwanzigfachen Größe jener kleinsten Zellen kommen vor; ja wir kennen im Rückenmark des elektrischen Aals, des Malopterurus, zwei isoliert liegende Ganglienzellen von solcher Größe, daß die mächtige einzige Nervenfaser, welche jede aussendet, genügt, um

Fig. 12.

Epithelzellen und Neurogliazellen in der Umgebung des Zentralkanals. Schnitt durch das Rückenmark eines menschlichen Embryo von 23 cm Länge. Nach v. Lenhossék. Behandlung mit der Golgi-Cajalschen Methode. Man beachte, daß nur ein Teil der Zellen den Silberniederschlag angenommen hat. Das ist ein Vorteil des in der Einleitung erwähnten Verfahrens, weil es nur dadurch bei dem großen Faserreichtum möglich wird, das, was zu einzelnen Zellen gehört, richtig zu erkennen.

das ganze, sehr große elektrische Organ zu innervieren. Man kann sie mit bloßem Auge gut sehen.

Über den feineren Bau der Ganglienzellen und ihrer Ausläufer haben wir erst näheres erfahren, seit es gelang, sie zu färben oder mit Metallsalzen zu imprägnieren, namentlich seit man weiß, daß Substanzen in den Zellen vorkommen, welche sich mit bestimmten Farbstoffen elektiv färben. Was ich Ihnen hier mitteile, ist nicht einzelnen Färbungen entnommen, sondern mag Ihnen als Fazit gelten, das man

heute aus dem Resultat der verschiedenen Behandlungsmethoden ziehen kann. Je nach der technischen Behandlung der Präparate erhält man nämlich sehr verschieden aussehende Bilder von Ganglienzellen. In Fig. 10 sind zwei Ganglienzellen abgebildet, wie sie sich nach Behandlung mit Karmin und Pikrokarmin darstellen. Fig. 21 zeigt dann nach Golgi behandelte Zellen, an welchen der Silberniederschlag die Ausläufer erkennen läßt. Von der Struktur der Zelle ist aber nichts zu erblicken. Strukturbilder, wie sie namentlich bei Untersuchungen im Bereich der Pathologie wichtig sind, bekommt man nur auf anderen Wegen. Die stark vergrößerte Zelle auf Fig. 14 zeigt, was bisher hier die mikroskopische Technik leistet. Viele Ganglienzellen führen Pigment von braungelber Farbe. In den beiden erwähnten Zellen ist seine Lage durch die schwarze Schraffierung angedeutet.

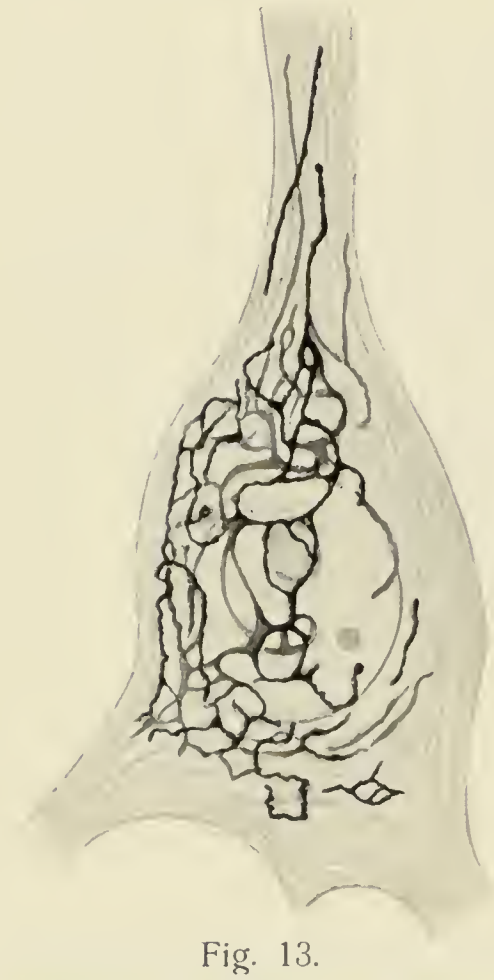


Fig. 13.
Ganglienzelle mit Apparato reticulare.
Nach Golgi.

Das Protoplasma der Zelle selbst hat wahrscheinlich eine Struktur etwa wie ein Schaum, doch gibt es, wie überall, wo man einen größeren Zellleib bisher erforschen konnte, auch Ansichten, welche den Aufbau anders auffassen. Mitten in dem Schaum liegt der gut studierte Kern, und auch ein Centrosoma ist für einige Zellarten nachgewiesen.

Alle Ganglienzellen liegen in sehr engen Kapillarschlingen eingeschlossen und in ganz große Zellen dringen manchmal Kapillaren ein. Dann hat neuerdings Holmgren gezeigt, daß aus den Lymphräumen, welche alle Zellen umgeben, in ihr Inneres feine Spalten eindringen, welche als gewundene Kanälchen dahinziehen. Von Golgi wurde im Innern der Ganglienzelle schon 1899 ein eigentümlicher netzförmiger Apparat festgestellt, der sich mit Silber imprägnieren läßt und seitdem von Negri und anderen seiner Schüler in den mannigfachsten Körperzellen wieder gefunden worden ist. Die Bedeutung dieses Apparato reticulare ist noch unbekannt. Möglicherweise ist er mit den vorgenannten Lymphkanälchen identisch.

Natürlich hat man bei einer Zellart, welche so überaus wichtige und von der übrigen Zelltätigkeit so verschiedene Funktionen hat, mit besonderem Eifer und mit sorgfältigster Anwendung der mannigfachsten technischen Verfahren nach Besonderheiten gesucht, welche die Ganglienzellen charakterisieren. Bisher haben sich namentlich verschiedenartige gekörnte Einlagerungen von ganz charakteristischer Färbbarkeit nachweisen lassen, Fett, Eiweiß u. a.

Namentlich eine Art von Körnern, durchweg gröberer Art und nicht in bestimmten Beziehungen zur Protoplasmastruktur, haben wir durch Nissl kennen gelernt. Über diese Fig. 14 sichtbare tigroide Substanz haben des genannten Gelehrten und vieler anderer seit 1879 fortgesetzte Studien zu sehr wichtigen und bereits für Physiologie und Pathologie verwertbaren Resultaten geführt.

Trifft irgend eine Schädigung die Ganglienzelle, sei es, daß ein Gift eingreift, oder daß die Funktion eine übermäßige ist, oder daß der Axenzylinder abgetrennt wird, oder die Blutzufuhr behindert wird, immer entstehen innerhalb dieser färbbaren Substanz Veränderungen, die bei intensiver Schädigung zu fast völligem Verschwinden derselben führen können. Aber es ist, bleibt nur der Kern ungeschädigt, Restitutio ad integrum wieder möglich.

Das Studium dieser Zellveränderungen ist, wie Sie leicht einsehen, von der allergrößten Wichtigkeit. Eröffnet es uns doch endlich einen Einblick in die feineren Vorgänge während der Funktion selbst.

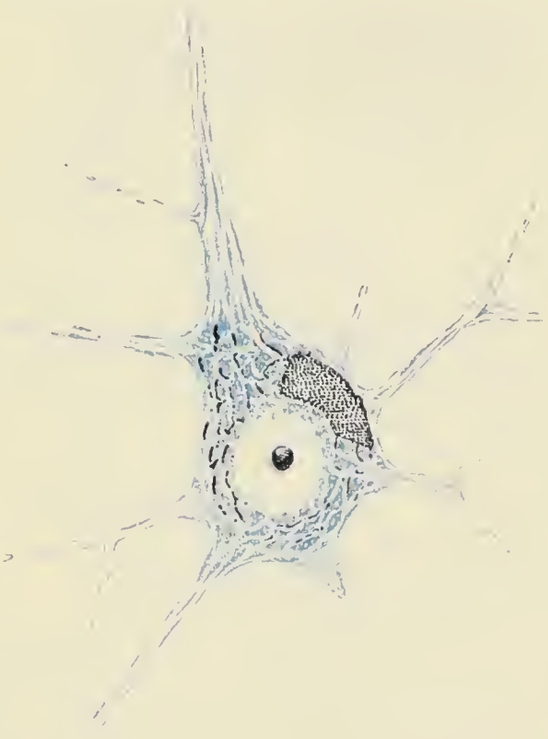


Fig. 14.
Ganglienzelle aus dem Vorderhorne des menschlichen Rückenmarkes. Färbung der tingierbaren Substanzen. Originalzeichnung von Nissl.

Bei der funktionellen Inanspruchnahme der Nervenzellen scheinen die sich besonders intensiv färbenden Zellsubstanzen, diejenigen, welche durch ihre Anordnung der Zellzeichnung das Charakteristische geben, abzunehmen, und die Zellen lichten sich dadurch. Solche intensiv färbbare Substanzen sind zwar noch nicht in allen Zellen gefunden, aber was ich Ihnen da mitteilte, hat sich in mannigfachen Versuchen gezeigt. Es war an den Rückenmarkszellen von Hunden zu konstatieren, die Mann durch Treppenlaufen ermüdet hatte, und an den Rindenzellen der ermüdeten Sehsphäre bei Tieren, deren eines Auge von ihm intensiver Belichtung ausgesetzt war. Es hat sich auch an den großen Rückenmarkszellen von Hunden gezeigt, bei denen F. Pick durch Rindenreizung Beinkrämpfe erzeugt hatte. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß diese sich intensiv färbenden Zellsubstanzen aus einem Materiale bestehen, welches direkt der Zellfunktion dient und durch dieselbe aufgebraucht wird.

Der schlüssige Beweis ist aber erst von G. M. Holmes erbracht worden. Dieser hat Frösche mit Strychnin vergiftet und den krampfenden Tieren durch Kochsalzausspülung des Körpers immer wieder die Verbrauchsprodukte zu entziehen versucht. Dann verarmen die Ganglienzellen vollständig an färbbarer Substanz. Man kann alle Zwischenstadien finden, wenn man genügend früh den Versuch abbricht. Setzt man aber die schwer vergifteten Tiere in

Eiswasser, wo alle Krämpfe ausbleiben, so ändert sich trotz des kreisenden Strychnines die Zellstruktur nicht. Das Krampfen, die Tätigkeit allein, verbraucht die in den Zellen eingeschlossenen Körner. Fig. 15.

Daß die „Nisslkörner“ mit der eigentlichen Nervenleitung nichts zu tun haben, dafür haben sich so vielerlei Anhaltspunkte ergeben, daß man seit langem und eifrigst nach einer morphologischen Unterlage für jene gesucht hat. Vor Jahren hatte Max Schultze behauptet, daß innerhalb der großen Ganglienzellen zahllose feine Fäserchen einherzögen, welche sich in die Fibrillen des Axenzylinders fortsetzten. Durch Arbeiten von Apáthy, Bethe, S. Ramon y Cajal und viele andere wissen wir jetzt, daß in der Tat alle Ganglienziellen von solchen Fibrillenbündelchen, die sich oft noch auflösen zu feineren Fäden und Geflechten, durchzogen sind, und daß diese Fibrillen, aus dem Zellkörper heraustretend, Beziehungen der Zelle zu anderen, zu Nerven - Muskel - Sinnesepithelzellen herstellen. Sie bilden wohl die intrazentralen Bahnen und die peripheren Nerven.

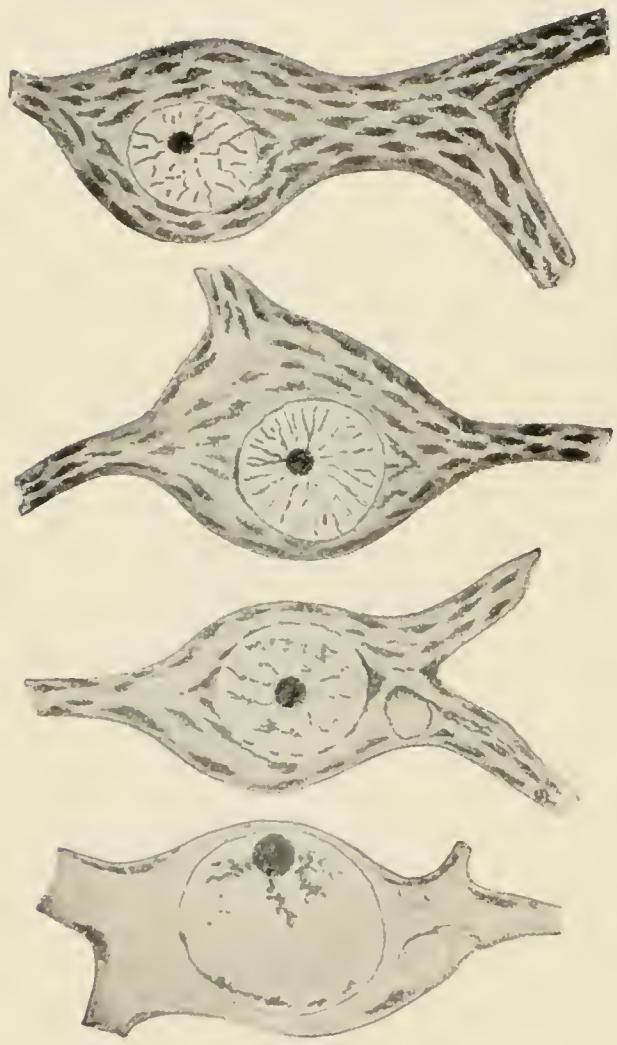


Fig. 15.
Ganglienzellen vom Frosch durch Strychninkrampf von verschieden langer Dauer verschieden stark erschöpft. Nach G. Holmes. 1. Normal. 2. nach 2 Stunden. 3. nach 5¼ Stunden. 4. nach 11 Stunden Krampfens.

Die Fibrillen enden nicht in der Ganglienzelle, sie erfahren in dieser nur eine Umlagerung und kommen in ihr mit den vorerwähnten durch Funktion oder Erkrankung verschwindenden Stoffen irgendwie in Beziehung.

Seit man die Ganglienzelle kennt, haben unzählige Versuche stattgefunden, ihre Beziehungen zu den peripheren und zentralen Nervenbahnen festzustellen. Hier liegt ja eines der wichtigsten Probleme für unsere Gesamtauffassung des Nervensystems. Es ist von größtem Interesse, den Arbeiten nachzugehen, die man zu seiner Lösung angestellt hat, zumal diese noch nicht endgültig gefunden ist.

R. Wagner hat zuerst gezeigt, daß aus vielen Ganglienzellen nur ein Fortsatz direkt bis in den Nerv hinein verfolgt werden kann, und andere Forscher haben das bestätigt. Diesen Fortsatz bezeichnet man als „Neurit“, auch als Achsenzylinderfortsatz oder als Axon. Die anderen Fortsätze der Zelle heißen Protoplasmafortsätze oder Dendriten.

Im Laufe der letzten 20 Jahre haben unsere Kenntnisse hier eine ganz ungeahnt große Erweiterung erfahren. Ermöglicht wurde diese durch die Fortschritte der histologischen und der farbenphysiologischen Technik. Die ersten Arbeiten knüpfen an die Namen von Max Schultze, Bellonci, Golgi, S. Ramon y Cajal, spätere besonders wichtige an die von His, Apáthy, Bethe an.

Bellonci und Golgi lehrten uns die Ausbreitung der Zellfortsätze kennen, letzterer namentlich zeigte auch, wie aus dem Axenzylinder überall Collaterale abgehen und wie nur ein Teil der Axenzylinder sich

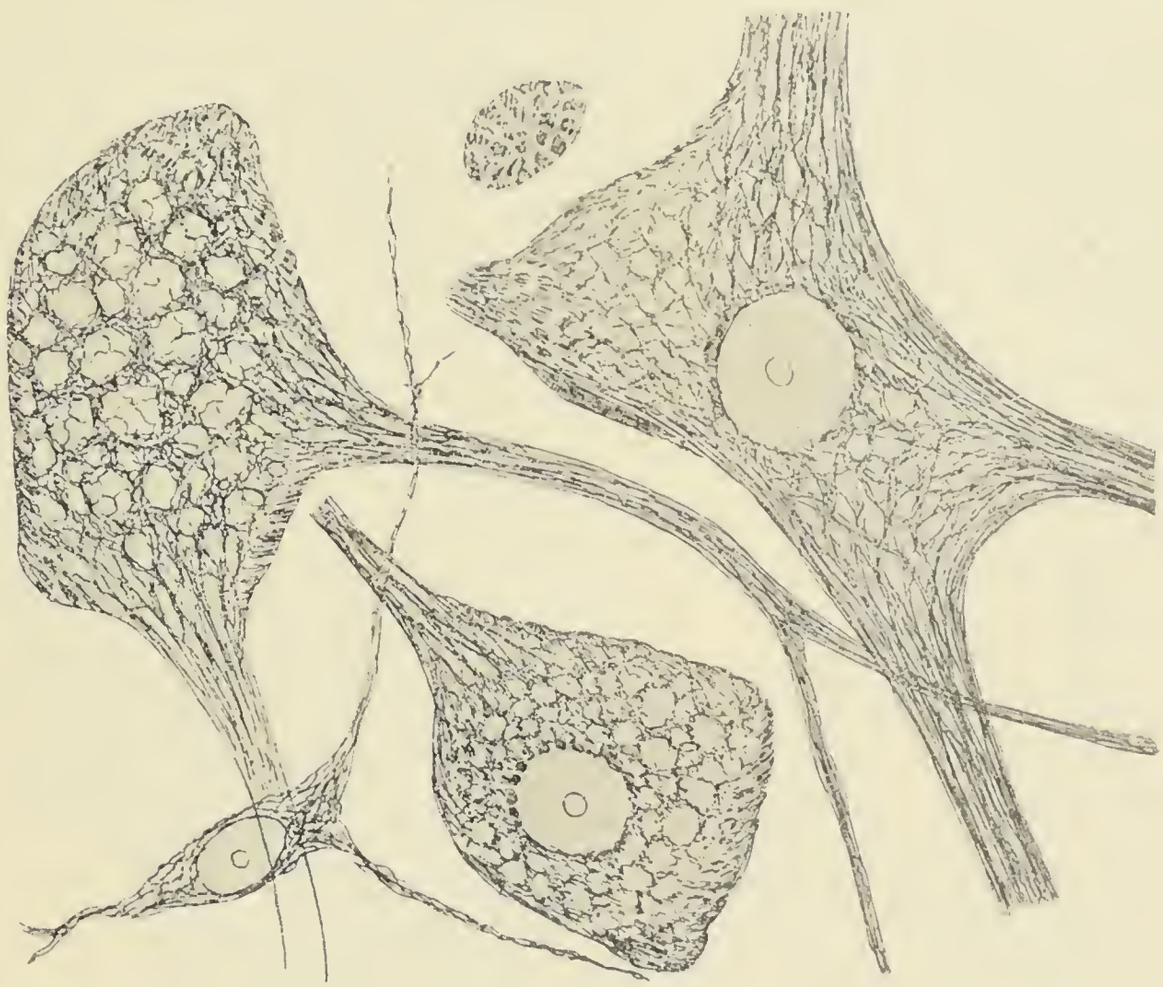


Fig. 16.
Mit Silber imprägnierte Fibrillen in Zellen des Rückenmarkes nach S. Ramon y Cajal. Oben ein Fibrillenbündel im Querschnitt.

direkt in Nervenbahnen fortsetzt, während die Mehrzahl zu einem außerordentlich feinen Faserwerk aufzweigt, dessen Enden sich mit deren benachbarten Zellen und mit Axenzylindercollateralen zu einem Netzwerke oder Flechtwerke zu verbinden scheinen. Er, Cajal und Kölliker lehrten uns vorzüglich das Aussehen der Zellformen und des Faserwerkes in den verschiedensten Gebieten des Nervensystems kennen.

Die Golgimethode hat die merkwürdige Eigenschaft, daß sie fast immer nur einzelne Zellen mit den zugehörigen Ausläufern isoliert färbt. Man kann oft in Schnitten, die sonst fast gar nicht imprägniert

sind, eine Zelle bis in ihre allerfeinsten Verzweigungen hinein geschwärzt finden. Fast niemals sieht man die Ausläufer einer Zelle mit denjenigen einer anderen direkt zusammenhängen. Auch in Präparaten, die mit der vitalen Methylenblaumethode hergestellt sind, erscheinen die Zellen mit ihren Ausläufern von benachbarten Zellen mehr oder weniger deutlich isoliert.

Diese anatomischen Beobachtungen führten zu dem Schluß, daß jede Zelle mit ihren Ausläufern ein Ganzes bildet, das für sich dasteht und nur durch Kontakt mit benachbarten Fasern und Zellen zusammenhängt. Diese Einheit, welche zuerst von S. Ramon y Cajal konzipiert wurde, nannte Waldeyer, alle bis dahin bekannten Studien zusammenfassend, ein **Neuron**. Er konnte dabei sich auch auf

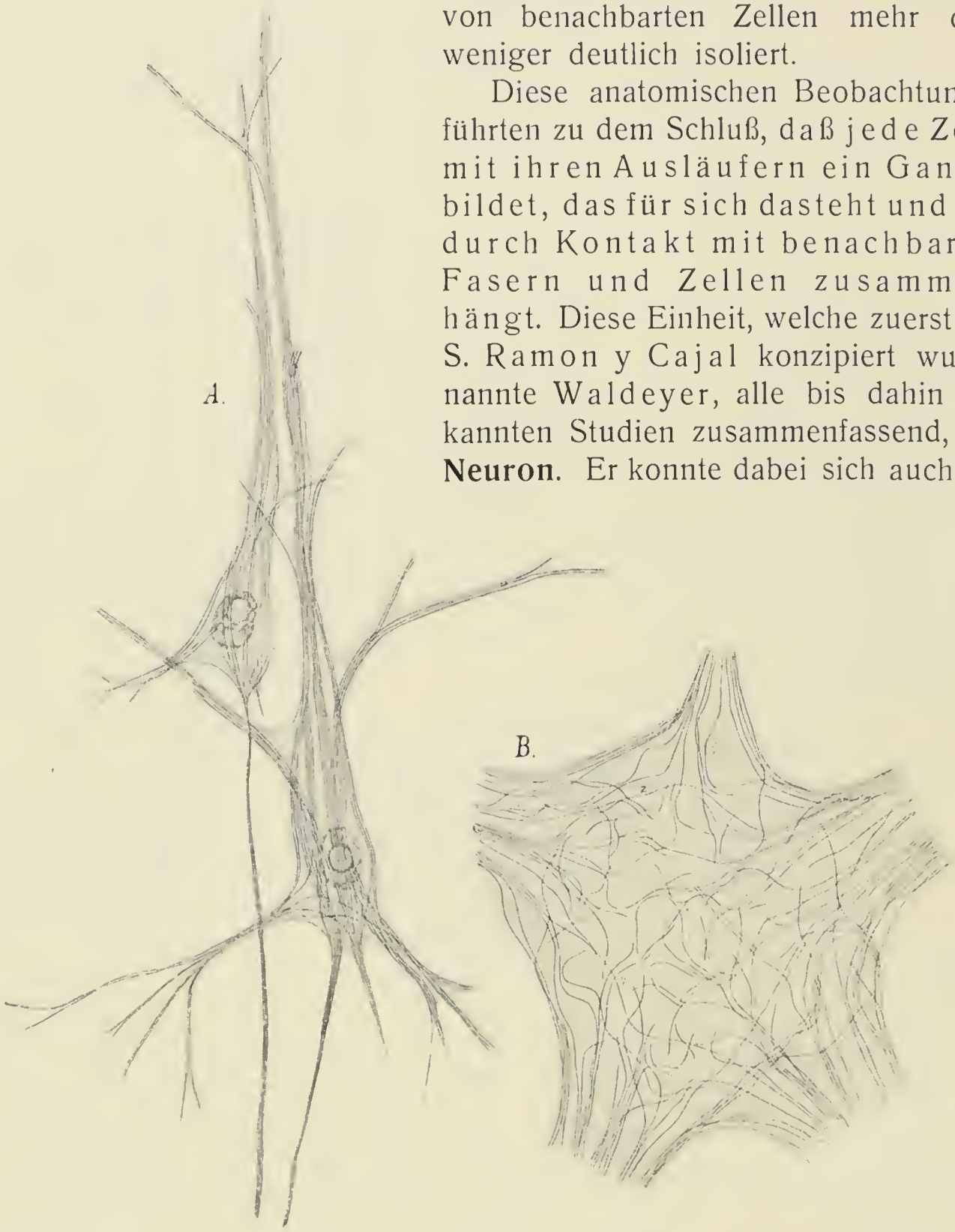


Fig. 17.
Fibrillen in Ganglienzellen. *A* in großen Zellen des Gyrus centralis der Hirnrinde. *B* motorische Zelle aus dem Lendenmarke. Beide Zellen vom Menschen. Nach Bethe.

entwicklungsgeschichtliche Arbeiten von His stützen, den seine Studien zu gleicher Anschauung geführt hatten. Vielleicht hätte die **Neurontheorie**, wie diese Auffassungsart bald genannt wurde, gar nicht so schnell und so intensiv die Anschauungen fast aller Forscher beein-

flußt, wenn ihr nicht von ganz anderer Seite her mächtige Stützen geworden wären. Die Erfahrungen der experimentellen Pathologie und der pathologischen Anatomie lehren überall, daß, wenn eine Ganglienzelle erkrankt oder verletzt wird, die Veränderungen sich zunächst nicht weiter fortpflanzen, als die Fortsätze eben jener Zelle reichen.

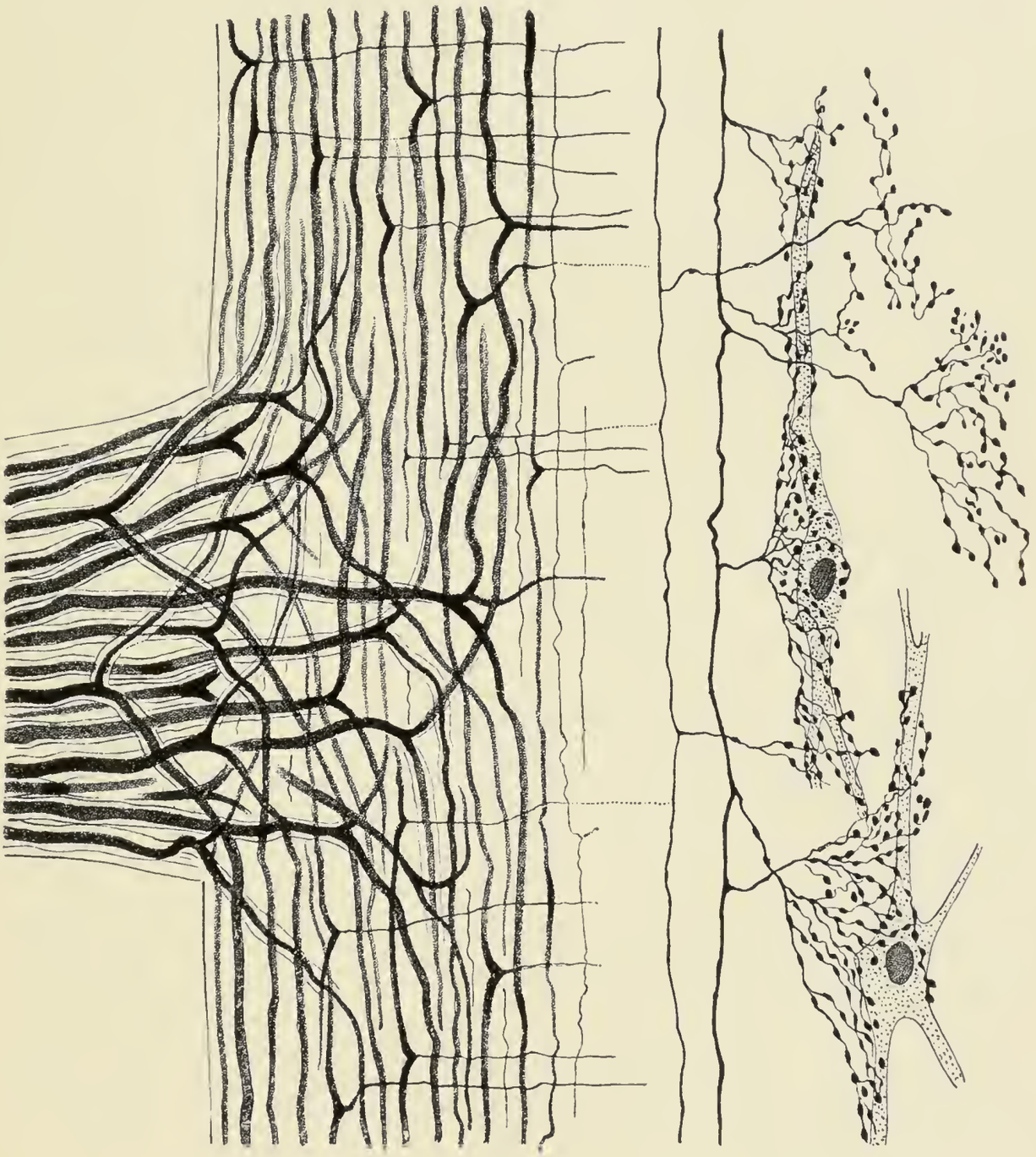


Fig 18.

Beispiel für Kontakt. Die von links aus den Spinalganglienzellen kommende rezeptorische Wurzel löst sich zu feinen Pinseln im Rückenmarke auf, die dortliegende Zellen umspinnen. Nach S. R. y Cajal.

Namentlich ließ sich das an den Axenzylindern der peripheren Nerven nachweisen, deren oft viele Zentimeter langer Verlauf sehr wohl studiert werden kann. Sie sind in ihrem Bestande durchaus von dem Zusammenhange mit einer normalen Zelle abhängig. Forel, welcher sehr vielfach derartige Entartungen nach experimentell gesetzten Ver-

letzungen am Nervensystem auftreten sah, zog deshalb den gleichen Schluß, zu welchem die Anatomen gekommen waren, den Schluß, daß jede Zelle mit ihrem Ausläufersystem ein in gewisser Art selbständiger Organismus sei. Er und Monakow, der dann jene Studien speziell ausbaute, kamen also aus Gründen, welche ihnen die Pathologie bot, ebenfalls auf die Neurontheorie. Eine Wechselwirkung mit den gleichzeitigen anatomischen Entdeckungen fand natürlich statt.

Allmählich bildete sich bei der Mehrzahl derjenigen, welche sich mit dem Aufbau des Nervensystems beschäftigten, die Ansicht aus, daß das Nervensystem aufgebaut sei aus übereinander geschichteten Neuronen, in der Art etwa, daß die Ausläufer einer Zelle sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe irgendwie an den Körper oder die Ausläufer einer anderen Zelle anlegten. Man dachte sich die gesamte Nervenleitung zusammengesetzt aus Neuronen erster, zweiter, dritter usw. Ordnung.

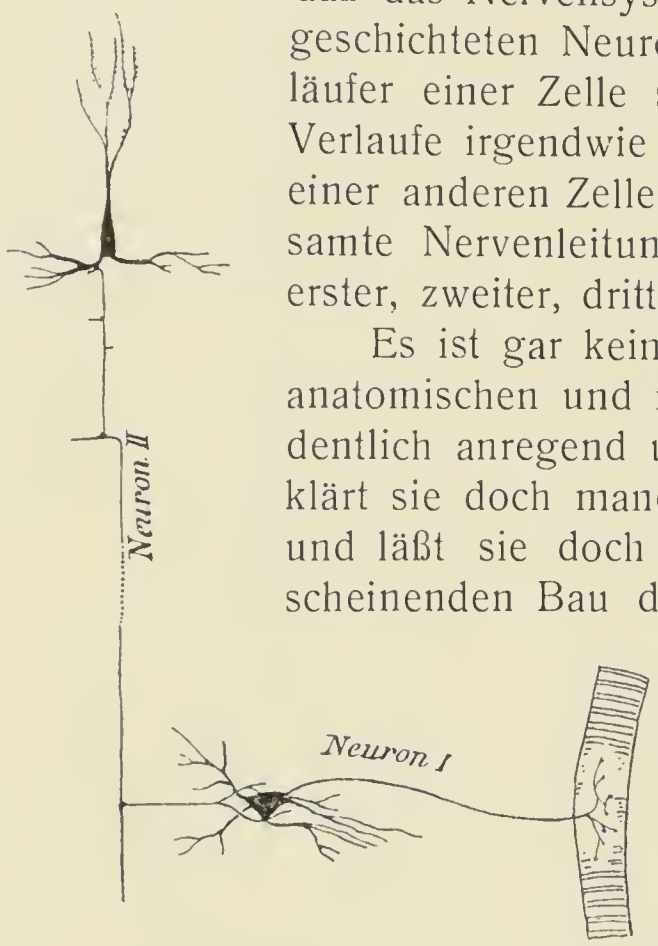


Fig. 19.
Schematische Darstellung des Verhaltens von Ganglienzelle und Nerv in einem Teile des motorischen Innervationsweges.

Es ist gar kein Zweifel, daß die Neurontheorie in anatomischen und in pathologischen Dingen außerordentlich anregend und fruchtbringend gewirkt hat; erklärt sie doch mancherlei bis dahin unklare Vorgänge und läßt sie doch auch den bisher so verwickelt erscheinenden Bau des Nervensystems viel einfacher erscheinen.

Es hat, wie immer bei großzügigen Konzeptionen, auch nicht an Widerspruch gefehlt. Das Studium besonders der Fibrillen ließ ernsthafte Bedenken aufsteigen. Zuerst hat Apáthy die Hypothese aufgestellt, daß das leitende Element, ja das Wesentliche des Nervensystems nur durch das Fibrillenwerk dargestellt sei, das ohne Unterbrechung, als ein aus vielfach sich überkreuzenden, durchflechtenden Fasern, spezifischer Natur, aufgebautes System den ganzen Körper durchziehe. Irgendwelche Einheiten, Neurone, existierten nicht; in den Ganglienzellen liegen nur die Durchflechtungs- und Austauschstellen der Fibrillen, außerdem in einem zunächst nur für die Wirbellosen sicher nachgewiesenen extraganglionären dichten Netzwerke. Seine Auffassung wird von Bethe und Nissl geteilt, die durch Anatomen, welche im ganzen Nervensystem während der Entwicklung nur ein Syncytium erkennen, vielfach Unterstützung gefunden haben.

Daß die Fibrillen mindestens das leitende Element sind, dafür spricht die Anordnung in der Peripherie, wo sie überall hin gelangen,

wo überhaupt Innervation erforderlich ist, fibrillenlose Nerven gibt es nicht. Bei Haien (Paton) treten erst dann geordnete Bewegungen auf, wenn die Fibrillen auswachsen.

Sowohl die Anhänger der Neurontheorie, als deren Gegner haben aus naheliegenden Gründen besonders genau das Verhalten der Ganglienzelle zu den Nervenfädchen untersucht, welche an sie herantreten, sie umspinnen, in sie gelegentlich einzutreten scheinen. Liegt nur ein Kontakt vor? Verschmelzen Fasern und Zellen? Treten Fibrillen aus

Fig. 20.

Nach Veratti. Zellen des Trapezkörpers der Katze. An die Ganglienzellen treten von außen dicke oder dünne Fasern heran, die sie umflechten.

den Ganglienzellen aus in ein Flechtwerk, dem wieder Nervenfasern entstammen? Das sind die Hauptfragen, deren Beantwortung versucht wird.

Was im Laufe der nächsten Jahre von anatomischer Seite beigebracht wurde, ließ sich recht wohl mit der Neurontheorie vereinigen.

Aber diese ganze Anschauungsweise ist doch noch nicht allgemein akzeptiert und überall, namentlich auch auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte, geht man diesen Problemen nach. Wo immer motorische Nerven vorhanden sind, wachsen sie von Zellen des Zentralorganes hinaus in die Peripherie und wo immer man

sensible Nerven verfolgte, da sah man sie in einer Spinal- oder Kopfganglienzelle enden und aus dieser eine „Wurzelfaser“ sich in das Zentralorgan wenden. Dort teilt sie sich und löst sich anscheinend in einem feinen Netz auf. Dieses Netz umspinnt dann im Zentralorgan liegende Ganglienzellen (Fig. 18), Kupffer, His.

Wachsen diese Bahnen frei hinaus in den Körper? So mag es fast scheinen, denn Harrison hat aus einem lebend konservierten, 4 mm langen Medullarrohr vom Froschembryo vollständig frei austretende Fortsätze wachsen sehen, die kolbig endeten und sich amöboid bewegten, so daß man direkt den Eindruck hat, der vom Neuroblast entsandte Fortsatz suche seine Bahn. Trotzdem wird mit guten Gründen von verschiedenen Seiten (Braus u. a.) behauptet, daß im Tier selbst, nicht wie bei dem H. schen Versuch unter dem Objektträger, protoplasmatische Bahnen vorgebildet sind, in welchen die Fortsätze der Nervenzellen zur Peripherie wachsen. Diese Ansicht hat auch neuerdings Held auf Grund sehr umfassender Studien gewonnen. Er findet, daß die Nervenzellen von allem Anfang an unter sich und mit der Peripherie verbunden sind, und daß später in dies System die Fibrillen einwachsen und so eine neue nirgendwo unterbrochene Einheit herstellten.

Die Neurontheorie legt den Akzent auf die Einheit der Nervenzelle und ihrer Ausläufer. Daß eine solche Einheit existiert, mindestens im biologischen Sinne existiert, ist nicht mehr zu bestreiten. Es gibt doch allzuviele Erfahrungen, die im Gebiete der Pathologie gesammelt sind, Erfahrungen, welche gar nicht anders erklärbar sind, als durch die Annahme, daß jede Nervenzelle mit allen ihren Ausläufern ein selbständiger Organismus ist, der isoliert zur Erkankung, isoiliert zum Schwund gebracht werden kann. Ja längst, ehe man den Begriff des Neuron gemünzt hatte, war dieser Begriff der biologischen Einheit jeder Zelle von der pathologischen Anatomie konzipiert worden.

In der Nervenzelle dürfte der Kern mit dem Protoplasma das lebenswichtigste sein, denn mit dessen Untergang geht allemal der entspringende Nerv zugrunde. Die Einlagerungen liefern vielleicht das Arbeitsmaterial, die Fibrillen aber bilden die Leitungen, die auch innerhalb der Zellen Austauschstationen haben.

Eine Frage aber, die noch nicht mit aller Sicherheit gelöst scheint, ist die, ob die einzelnen Neurone wirklich immer anatomisch isoliert existieren, ob nicht doch durch die Fibrillen wirkliche Verbindungen zwischen je zwei Neuronen geschaffen werden.

Hier ist noch gar manches im Fluß und es wird von vielen Seiten mit Fleiß und Eifer an der Lösung der Probleme gearbeitet, welche, wenn einmal gelöst, eine Übersicht über das Wesen des Aufbaues nicht nur sondern auch in mancher Beziehung über die Art des Arbeitens der Zentralorgane geben werden. Ich habe deshalb die

verschiedenen Meinungen vorgetragen um Sie zu befähigen diesen interessanten Untersuchungen selbst zu folgen.

Die **Nervenfasern** im Gehirn und Rückenmark sind von sehr wechselnder Breite und bei reifen Säugern vielfach mit Markscheiden umgeben. Jede periphere Nervenfaser verliert da, wo sie in das Zentralorgan eintritt, ihre Schwannsche Scheide, der Neurogliaapparat tritt an deren Stelle.

Daß die peripheren motorischen Nerven aus Zellen des Zentralorganes, daß die sensiblen Nerven aus Zellen der Spinalganglien zum Endapparat in dem Muskel oder der Haut auswachsen, das habe ich bereits mitgeteilt. Es ist aber noch nicht ausgemacht, ob der ganze lange periphere Nerv nun einfach durch Auswachsen der erwähnten Ausläufer sich bildet oder ob nicht peripherer liegende Zellen an seinem Weiterwachsen beteiligt sind. Aber eines steht fest, das ist der Einfluß, den die zentralen Zellen auf den peripheren Nerv ausüben. Wenn die Vorderhörner beim Kinde oder Erwachsenen untergehen, dann zerfallen allemal die motorischen Nerven in ihrer ganzen Länge, und wenn die Spinalganglien zerstört werden, entarten sicher die sensiblen Nerven ganz.

Die Entwicklung der Markscheide an den zentralen Nervenfasern bietet ein ganz besonderes Interesse. Die Markscheiden der verschiedenen Faserzüge entwickeln sich zu verschiedenen Zeiten. Es scheint, als erfolge das in irgend einem Zusammenhang mit der Ingebrauchnahme einer Bahn.

Zuerst von allen Bahnen entwickeln sich im Rückenmarke diejenigen, welche Eindrücke von der Haut und den Muskeln zuleiten, und mit ihnen die Antwortapparate für den Reiz, der zentrale Reflexapparat und die Vorderwurzeln. Erst sehr allmählich treten dann die Markumhüllungen in denjenigen Bahnen ein, welche den Eigenapparat des Rückenmarkes mit höheren Zentren verbinden. Die Züge, welche in den mächtigen, phylogenetisch erst sehr spät erworbenen Assoziationsapparat des Großhirnes treten, sind oft bei der Geburt noch marklos. Wird ein Kind zu früh geboren, so kann es kommen, daß Bündel, welche in der entsprechenden Fötalperiode noch ohne Mark sind, sich schnell mit solchem umhüllen. Werden neugeborene Tiere mit einseitig geöffneter Lidspalte dem Tageslicht ausgesetzt, so reift das Mark in dem belichteten Optikus schneller, als in dem dunkel gehaltenen. Die markhaltigen Fasern in der Kaninchenretina, welche beim Neugeborenen noch nicht weiß sind, können durch vorzeitiges Öffnen der verklebten Lider zu einer Frühreife gebracht werden. Die Funktion ist aber nicht das einzige Element, welches die Markreifung herbeiführt, denn auch, wenn man die Lider ganz vernäht, entwickeln sich doch allmählich Markscheiden in den Sehnerven und in den ersten Endstätten dieser Nerven im Gehirn. Auch sonst können wir beobachten, daß Nerven, welche nie recht in Funktion getreten sind, sich doch allmählich mit Markscheiden umgeben. Es hat sich durch Vererbung wohl längst in den Nerven die Tendenz zur Reifung ausgebildet. Daneben erkennen wir aus dem zweifellosen Einfluß der Funktion, welche Rolle diese bei der phylogenetischen Entwicklung gespielt haben muß und welche sie in der Ontogenese noch spielt.

Wir besitzen auch im nachembryonalen Leben noch sehr viele unaus-

gebildete Nervenbahnen. Besonders im Großhirne legen sich bis in das mittlere Lebensalter immer noch neue markhaltige Bahnen an. Das Verhalten der Markscheidenentwicklung läßt es nun sehr wahrscheinlich erscheinen, daß wir uns diese neuen Bahnen durch Übung selbst schaffen. Vielleicht beruht unser ganzes Erziehen darauf, daß wir durch Übung neue Bahnen schaffen oder ererbte gebrauchsfähig machen.

Im allgemeinen erscheinen die Teile, welche wesentlich nur aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, weiß (weiße Substanz), diejenigen, in welchen die Neuroglia, die Ganglienzellen und Axenzylinder vorherrschen, grau (graue Substanz). Die graue Substanz ist gefäßreicher als die weiße.

Dritte Vorlesung.

Der Aufbau des Nervensystemes. Physiologisches.

Meine Herren! Nachdem wir in der letzten Vorlesung vieles von den Aufbauelementen des Nervensystemes erfahren haben, wollen wir heute betrachten, wie diese sich zusammenordnen.

Allzuviel ist darüber nicht bekannt, wenigstens nicht sicher bekannt.

Das Wichtigste, was Sie in der vorigen Vorlesung über die Ganglienzellen erfahren haben, ist, daß diese verschiedenartigen Zellkörper die Sammelstätten zahlloser Nervenfibrillen sind, die von allen Seiten in sie eintreten. Sie ordnen diese dann um und leiten sie in andere Fortsätze über. Ein einzelner dieser Fortsätze, der Axenzylinder, wird zum Aufbauelement besonderer, längerer und kürzerer Nervenbahnen. Innerhalb der Zelle kommen die Fibrillen mit Substanzen in Berührung, von denen es wahrscheinlich ist, daß sie irgend eine Kraftquelle für die Zelltätigkeit liefern, Substanzen, welche durch die Zellfunktion selbst zum Aufbrauch gebracht werden. In der Zelle liegt noch der Zellkern. An seine Existenz knüpft sich die Lebensfähigkeit eines längeren oder kürzeren von der Zelle ausgehenden Stückes der Nervenbahn.

Man sieht die Ganglienzellen und ihre Ausläufer als die Elemente an, welche die Funktion des Nervensystemes tragen. Schon bei sehr niedrig stehenden Tieren treten sie auf, isoliert und auch schon zu einzelnen Haufen — Ganglienknoten — angeordnet. Je nachdem diese Haufen vereinzelt peripher liegen oder in größerer Menge und bestimmter Anordnung durch Nervenzüge untereinander verknüpft getroffen werden, spricht man von peripheren Ganglienknoten oder von einem Zentralnervensystem. Im allgemeinen erkennt man, daß in der Tierreihe eine Tendenz zum Zusammenfassen vieler Knoten in ein einziges Nervensystem besteht. Aber es drängt das, was wir

vom anatomischen Aufbau und von den Funktionen des Zentralnervensystems der Wirbeltiere wissen, mehr und mehr zu der Annahme, daß auch die einzelnen Teile des Zentralorganes noch imstande sind, in gewissem Maße selbständig zu funktionieren, daß auch Gehirn und Rückenmark der Wirbeltiere nur bestehen aus einer Reihe einzelner Zentren.

Ein Darm, den man aus dem Tiere herausnimmt, bewegt sich noch lange und ein Bienenstachel sticht, wenn er berührt wird, selbst dann,

Fig. 21.

Aus der Ammonsrinde des Kaninchens, kombiniert nach Präparaten von S. R. y Cajal. *a b c* Assoziationszellen. Ihr langer Achsenzylinderfortsatz spaltet sich zu moosförmigen Reisern auf, welche in die Schicht der Pyramidenzellen *A* eindringen. Links außen eine einzelne vollgezeichnete Pyramidenzelle. Sie tritt durch ihren nach unten abgehenden Achsenzylinder mit dem Mark des Gehirnes und durch ihre nach oben strebenden Dendriten wieder mit anderen Faser- und Zellensystemen — nicht abgebildet — in Beziehung. Zu diesen mannigfachen Verbindungen kommt dann noch die durch die moosförmigen Fortsätze gegebene Assoziation vieler Pyramidenzellen untereinander.

wenn nur noch die letzten Bauchsegmente von der ganzen Biene erhalten sind. Aber selbst den Frosch kann man bis zu einem gewissen Grad noch abteilen. Während der Brunstzeit umklammert ein nur aus den Vorderbeinen und dem zugehörigen Rückenmarkstückchen bestehender Ring, an dem also der ganze übrige Frosch abgeschnitten ist, das Weibchen, wenn er nur in Berührung mit dessen Haut gesetzt wird, sofort fest. Im Laufe der Stammesentwicklung haben sich, wie wir nachher sehen werden, einzelne Zentren mit anderen so verbunden, daß sie nicht mehr unabhängig arbeiten können.

Jedes Nervensystem ist aufgebaut aus zuleitenden und

ableitenden Bahnen und aus solchen, welche Verbindungen der Einzelelemente untereinander herzustellen geeignet sind. Die beiden ersten Arten finden sie Fig. 16 u. 17 und später noch oft abgebildet, von den letzteren, die vielfach aus eigenen Zellen — Assoziationszellen — stammen, gibt Fig. 21 ein gutes Bild. Durch die unzähligen, überall hin aufzweigenden Fibrillen, welche namentlich in der grauen Substanz liegen, sind mehr innere Verbindungsmöglichkeiten gegeben, als wir ausdenken können!

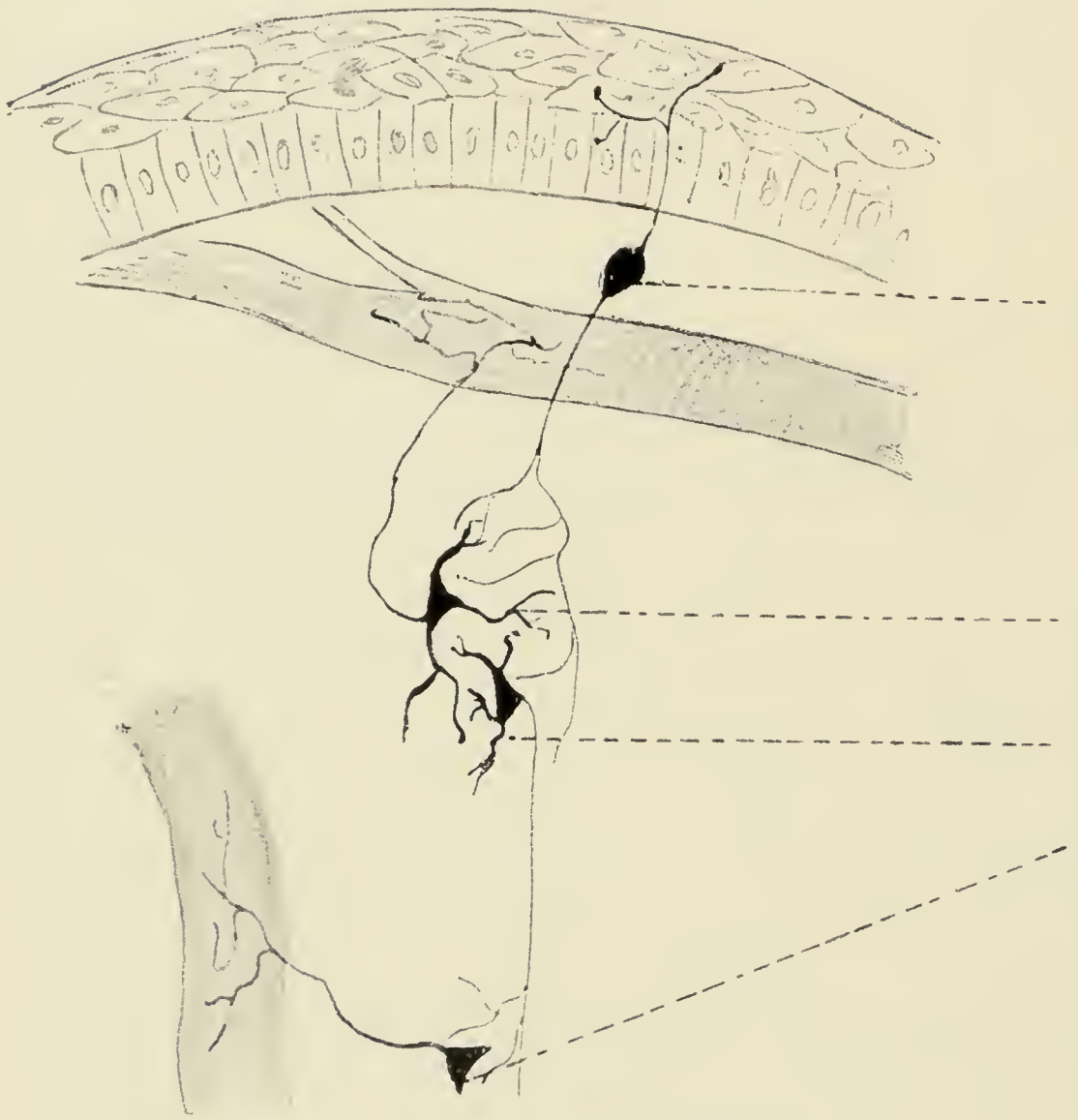


Fig. 22.
Sehr einfach gebauter nervöser Apparat, Motorischer Nerv, sensibler Nerv und Zentralapparat. Schema geeignet zur Erläuterung der einfachsten Reflexe.

Wir wissen, daß ein motorischer Nerv funktionsunfähig wird, wenn er von seiner Ursprungszelle getrennt ist, und wissen auch, daß Zerstörung des Graues, in dem sensible Fasern enden, deren Funktion völlig aufhebt. Wir wissen ferner, daß wir durch Reizung der Zellen, in denen ein Nerv endet, alle Erscheinungen erzeugen können, welche gewöhnlich bei der Funktion des Nerven sichtbar werden. Das allein hat zu dem Schlusse geführt, daß in den Ganglienzellen und den Verbindungen, welche sie untereinander eingehen, die Unterlage für die Nerventätigkeit gegeben ist. Zahlreiche Versuche haben dann gezeigt, daß ein sensibler Eindruck, der, von

der Peripherie herkommend, in das Zentralorgan eintritt, dort liegende Ursprungszellen von motorischen Fasern anregen, ihre Endpunkte, die Muskeln, zur Tätigkeit bringen kann. Man bezeichnet bekanntlich diesen Vorgang als Reflex. Die Untersuchung solcher Reflexe hat dann zu dem weiteren, sehr interessanten Resultate geführt, daß der

Fig. 23.
Eine Ganglienzelle, die von einem Fasernetz umsponnen wird, dessen Elemente aus verschiedenen Gebieten stammen. Halbschema nach Heidenhain.

sensible Reiz nicht unmittelbar den motorischen Vorgang auslösen muß, daß vielmehr eine gewisse Intensität des ersten Reizes nötig ist, aber daß auch ein schwacher Reiz, wenn er eine Zeitlang anhält, schließlich den motorischen Apparat beeinflussen kann. Man nimmt an, daß die Ganglienzellen geeignet sind, Reize, die ihnen zukommen,

eine Zeitlang aufzuspeichern, zurückzuhalten, bis dann zu große Reizhöhe oder ein von anderer Stelle her neu eintretender Reiz sie zu plötzlicher Entladung bringen kann.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die Übertragung der Reflexe durch das Fibrillenwerk vermittelt wird.

An vielen, vielleicht allen Ganglienzellen enden Bahnen, die aus den verschiedensten Teilen des Nervensystems stammen, so daß die Zelle keineswegs nur von einer Seite her beeinflußt wird. Fig. 23.

Ein Reiz trifft wohl kaum je nur eine einzige Zelle. Es ist vielmehr wahrscheinlich und in das Schema der vorstehenden Figur 22 aufgenommen, daß ein Eindruck, welcher nur von einer Stelle der Peripherie durch eine einzige Faser dem Zentralorgan zugeführt wird, dorten einen ganzen Komplex von motorischen Zellen zu „laden“ vermag. Die Entladung wird deshalb zumeist nicht etwa nur eine motorische Faser erregen, sondern je nach der anatomischen Verknüpfung der motorischen Zellen immer gleich einen ganzen Komplex von Muskelfasern zur Kontraktion bringen. So erklärt es sich, wie ein einziger sensibler Reiz zu einer komplizierten Bewegung, an der viele Muskeln sich beteiligen können, führt. Was für ein motorischer Erfolg auf einen sensiblen Reiz eintritt, das hängt ab von der Kategorie von Gefühlsnerven, welche erregt sind und ganz besonders von der Verknüpfung der Zellen, welche an der Eintrittsstelle den motorischen Apparat bilden. Sehr vieles spricht dafür, daß solche Verknüpfungen, im Laufe der Stammesentwicklung einmal erworben, weiter vererbt werden, daß also der Bau eines einzelnen Nervenknotens im wesentlichen der gleiche für jedes Individuum ist, und daß durch diese angeborene Anlage zahlreiche uns kompliziert erscheinende Aktionen ein für allemal begründet sind. Es ist z. B. sehr wahrscheinlich, daß der ganze Apparat, welcher den Sprung des Frosches, das Schwimmen der Fische, den Gang des neugeborenen Hühnchens ermöglicht, ein fertiger, immer gleichartiger ist. Ein von außen kommender adäquater Reiz setzt ihn in Tätigkeit wie der Stoß an den Pendel ein Uhrwerk in voraus bestimmten Gang bringt. Aber es gibt Erfahrungen, welche lehren, daß in bestimmten Teilen des Nervenapparates immer neue Verknüpfungen durch die Einübung hergestellt werden können. Das Zentralnervensystem zerfiele danach in einen Teil, der angeboren wohl ältester Einübung entstammt, und in andere Teile, die erst durch Übung während des Einzellebens ihre Verbindungen bekommen.

Angeborene Mechanismen sind wohl in allen Teilen des Nervensystems zu finden, auch zeigt die Beobachtung der Bewegungen von Embryonen und Neugeborenen, daß mindestens im Bereiche des vegetativen Funktionen dienenden Apparates, im Sympathicus also, ferner im großen Gebiete des Rückenmarkes und der Oblongata solche die vorherrschenden sind. Wahrscheinlich kommt hierzu noch ein guter

Teil des Mittelhirnes und des Kleinhirnes. Die vergleichende Anatomie lehrt, daß bis hinauf zu den Primaten die vor diesen Hirnteilen liegenden Apparate noch ständig großer Variationen fähig sind, und es zeigt speziell die Beobachtung der Hirnrinde in ihrem individuellen Ausbau, daß hier noch für das Einzelindividuum durch Einübung neue Bahnen ständig geschaffen werden.

Soweit rein motorische Effekte als Resultat der Reizungen in Betracht kommen, bezeichnet man den hierzu nötigen Apparat als Bewegungskombination. Sie dürfen sich nun aber solche Kombinationen von Ganglienzellen zu gemeinsamer Aktion nicht als gar zu einfach vorstellen. Die allermeisten Bewegungen bedürfen zu ihrem Ablauf einer längeren Zeit, während welcher mehrfach andere Muskeln als die anfangs in Aktion getretenen eingreifen können. Es muß deshalb Bahnen geben, die von einer Kombination von Zellen zu einer zweiten führen, und die erst dann vom Reize beschritten werden, wenn die erste Aktion vollendet ist. Solche Vorgänge wird man zweckmäßig als sukzessive Bewegungskombinationen bezeichnen. Exner hat sie aus physiologischen Beobachtungen geistvoll erschlossen, man kann aber, wenn man das Nervensystem der Evertebraten durchmustert, leicht anatomische Anordnungen finden, die einmal von einem Reize getroffen, sukzessive Bewegungen in völlig geordneter Weise auslösen können.

Das Nervensystem des Regenwurmes, das wir durch die schönen Untersuchungen von Retzius gut kennen, zeigt uns, wie durch eintretende sensible Fasern zunächst ein einzelner motorischer Knoten in Tätigkeit versetzt werden, und wie dann durch Fortsätze großer Assoziationszellen die Reizung sich auf das nächste Ganglion übertragen kann. Außerdem enthält jedes Ganglion noch motorische Zellen, deren Axenzylinder nicht zu den Nerven des betreffenden Metamers zieht, sondern erst in Muskeln endet, die weiter vorn und in solchen, die weiter rückwärts liegen. So vermag ein Eindruck, welcher an irgend einem Teile der Körperoberfläche das Tier trifft, zunächst die Muskeln dieses Teiles, dann aber auch diejenigen von weiter vorn oder weiter hinten liegenden Metameren in Tätigkeit zu bringen. Wenn eine solche sukzessive Bewegung einmal eingetreten ist, dann wird sie noch durch ein anderes Moment unterhalten und reguliert. Es ändern sich nämlich mit der veränderten Stellung der Muskeln und Glieder auch die sensiblen Eindrücke, die sie empfangen. Bleiben wir bei dem einmal gewählten Beispiele vom Regenwurme. Die Muskeln des ersten Metamers ziehen sich bei der Berührung der Tastapparate zusammen, vielleicht auch die des nächsten. Nun aber kommen eben durch diese Kontraktion wieder andere Teile der Haut in Berührung mit der Unterfläche, neue Reize werden in anderen Ganglien ausgelöst, es kann sich die Kontraktion so sukzessiv auf weitere Metamere ausdehnen, kurz es kann ein Reiz, der an einer einzigen Stelle eingreift, passende Koordination der Bewegungen vorausgesetzt, das ganze Tier auf rein reflektorischem Wege zur Bewegung, zum Kriechen, bringen. Ja dies Fortkriechen kann den Eindruck der äußersten Zweckmäßigkeit im Verhältnis zum Reize machen. Aber bei diesem einfachen Vorgang tritt schon ein neues Moment auf, das bisher noch nicht als Eigenschaft des Zentralapparates hier erwähnt wurde, das ist das Aufhören der Bewegung, wenn einmal

die Ruhelage des Tieres erreicht ist. Hier muß vom Zentrum aus eine „Hemmung“ eintreten, denn es wäre sonst nicht abzusehen, warum der Wurm nicht weiter bis zur Erschöpfung kriechen sollte, da ja immer neue Teile auch bei der Normallage in Berührung mit der Unterfläche geraten. In der Tat ist es als eine Eigenschaft der Nervenknoten überall erkannt,

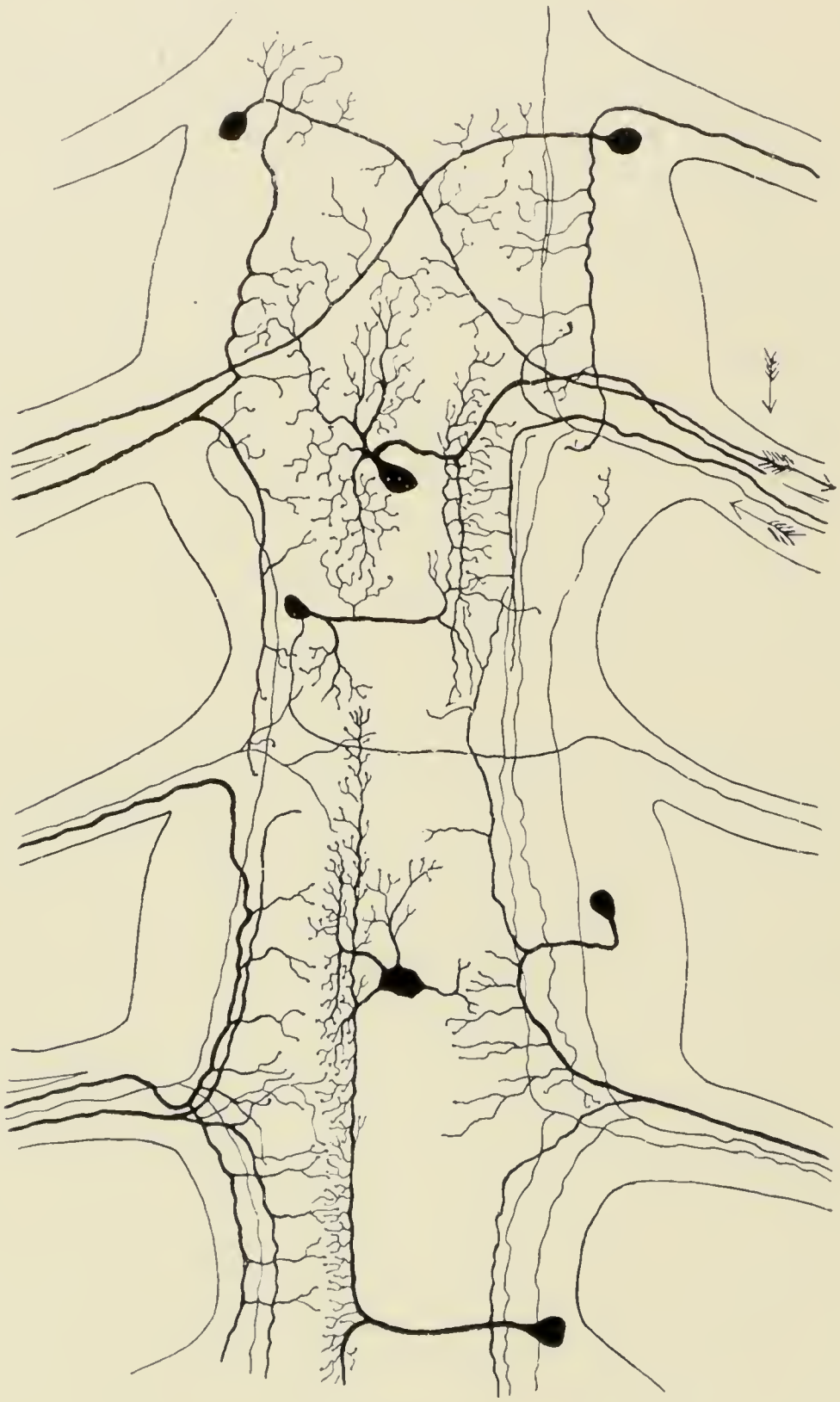


Fig. 24.

Einige Ganglien aus dem Bauchstrange des Regenwurmes, Lumbricus terrestris, nach Retzius — zur Demonstration der Grundlagen von sukzessiven Bewegungskombinationen.

daß sie imstande sind, nicht nur Bewegungen hervorzurufen, sondern auch solche zu hemmen. Der Mechanismus ist noch nicht klar. Zweifellos können solche Hemmungen ganz ebenso wie die Bewegungen sich weithin von dem zuerst irritierten Ganglion auf andere erstrecken.

Als einfachsten Zentralapparat können wir denjenigen ansehen, welcher sich aufbaut aus zuführenden sensiblen und abführenden motorischen Fasern, wobei angenommen wird, daß die Enden des sensiblen Nerven irgendwie direkt oder auch durch Vermittlung einer zweiten Zelle in Beziehung zu der Ursprungszelle des motorischen Nerven treten. Solche einfache Komplexe finden wir weit verbreitet bei den wirbellosen Tieren. Im Körper der Wirbeltiere ist es einmal zur Konzentration der meisten dieser Apparate gekommen, dann aber existieren auch noch zahlreiche Einzelganglien. Die letzteren finden sich wesentlich im visceralen Nervensystem, dem Sympathicus.

Der nervöse Zentralapparat selbst, der alle diese rezeptorischen Bahnen aufnimmt, der alle motorischen aussendet, enthält natürlich die mannigfachsten das Spiel seiner Teile regulierenden Apparate. Prinzipiell wichtig ist, daß hier die Neuronen so geschichtet sind, daß oft von sehr weit abgelegenen Stellen andere direkt oder durch Einschalten mehrerer Unterneuronen erreicht werden. Man hat das so nachgewiesen, daß man frontal liegende Teile abtrug oder durchschnitt und untersuchte, wie weit jedesmal rückwärts die Entartung reichte. An den Endpunkten wurden neue Verletzungen gesetzt und so allmählich das Ganze experimentell degenerativ geprüft.

Am Zentralnervensystem je des Wirbelthiers unterscheiden wir eine Anzahl ihrem Bau und deshalb ihrer Funktion nach ganz verschiedene Teile schon beim äußeren Anblick. Ich demonstriere sie zunächst an dem Gehirn eines Schellfisches. Sie sind beim Menschen in Form und Größe etwas verschieden, dem Prinzip nach aber gleichartig gebaut:

Da ist zunächst immer ein länglicher Strang, die Medulla spinalis, in welchen von außen her die recipierenden Nerven einmünden, während aus Zellen, die im Marke selbst liegen, die motorischen Nerven entspringen. Wo viele Nerven eintreten oder entspringen, ist der Zentralapparat dicker, ebenso da, wo auf engem Raume besonders mächtige Nerven abgehen. Namentlich im Kopfteil des Tieres ist das der Fall. Alle Kranioten besitzen deshalb da eine besondere Anschwellung, die Medulla oblongata. Ihr entstammen die Nerven für die Kiemenbogen- resp. für das Gebiet, welches aus jenen ableitbar ist.

Eine weitere Vergrößerung liegt weiter vorn, wo die bei fast allen Tieren mächtigen Sehnerven eintreten (Mittelhirndach), und schließlich findet man regelmäßig ganz vorn am Ende des Zentralnervensystemes eine meist mächtige Auftreibung, die Stätte, wo zunächst der Riechnerv sein Ende findet.

Im Rückenmark sowohl als weiter oben, bestehen aber noch Verbindungen einzelner Höhen untereinander. Dadurch kommen neue Vergrößerungen des Zentralapparates zustande. Schließlich gesellen sich zu dem ganzen bisher geschilderten Abschnitte immer noch andere

Teile, welche nicht in direkter Beziehung zu den eintretenden Nerven stehen, wohl aber für einzelne Funktionen der Tiere ungemein wichtig werden können. So findet man zunächst dorsal vom verlängerten Marke bei allen Kranioten mehr oder weniger stark entwickelt das Kleinhirn, dann liegt ventral von der Endstätte des Optikus, und auch vor ihr, noch ein mächtiger Apparat, die Mittelhirnbasis und die Mittelhirnganglien, welcher Bahnen aufnimmt, die von caudal her und von vorn her kommen und auch ebensolche aussendet. Schließlich entwickelt sich immer vor dem Zwischenhirn und dorsal von der Endstätte des Riechnerven das Corpus striatum.

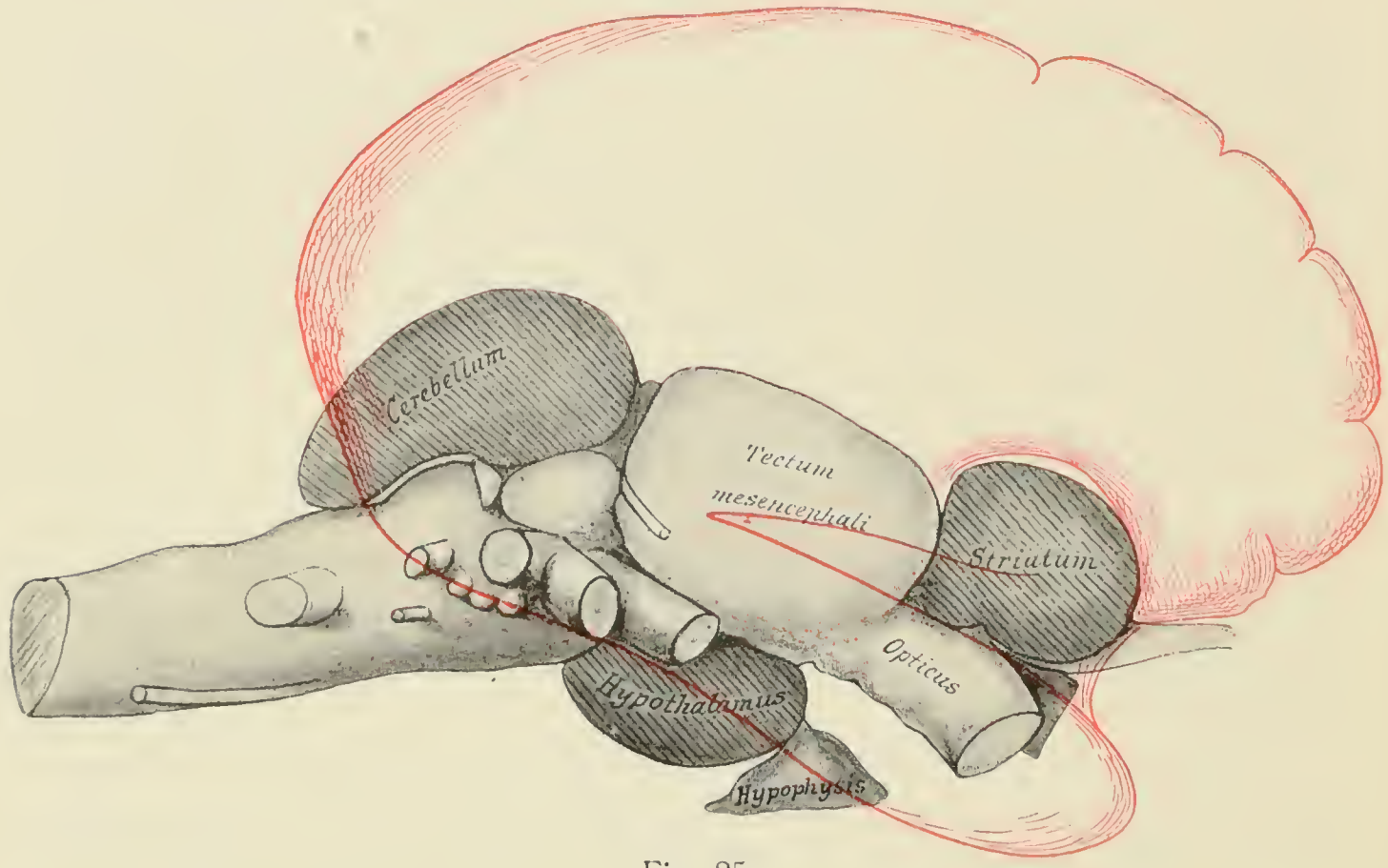


Fig. 25.

Gehirn des Schellfisches, Gadus aeglefinus. Nur ein Palaeencephalon vorhanden. Rot das Neencephalon eines Säugergehirnes übergezeichnet. Die helleren Partien sind die Ursprungs- und Endstätten der Nerven; die als Tectum mesencephali bezeichnete Masse z. B. ist die Endstätte der Sehnerven aus den Retinazellen. Dahinter liegt die Oblongata, ebenfalls eine dicke Masse, weil die starken Nerven aus der Kopf- und Rumpfhaut, welche bei den Fischen dort Sinnesorgane versorgen, hier eindringen, dann folgt das etwas dünnere Rückenmark, aus dem alle motorischen und die Mehrzahl der sensiblen Rumpfnerven stammen.

Die Durcharbeitung der Tierreihe hat ergeben: daß der ganze Mechanismus vom Rückenmarkende bis zum Riechnerven bei allen hohen und niederen Vertebraten im Prinzip überall ganz gleichartig angeordnet ist, daß also für die einfachsten Funktionen durch die ganze Reihe hindurch gleichartige Unterlagen bestehen, einerlei, ob es sich um einen Menschen oder um einen Fisch handelt. Diesen basal liegenden Hirnteil, den ältesten, kann man **Palaeencephalon** nennen.

Wo eine bestimmte Aufgabe von einem Tiere in der Lebensführung zu erfüllen ist, da besitzt es auch für diese im Palaeencephalon einen jedesmal sehr vollkommen ausgebildeten Apparat. So ist das Rücken-

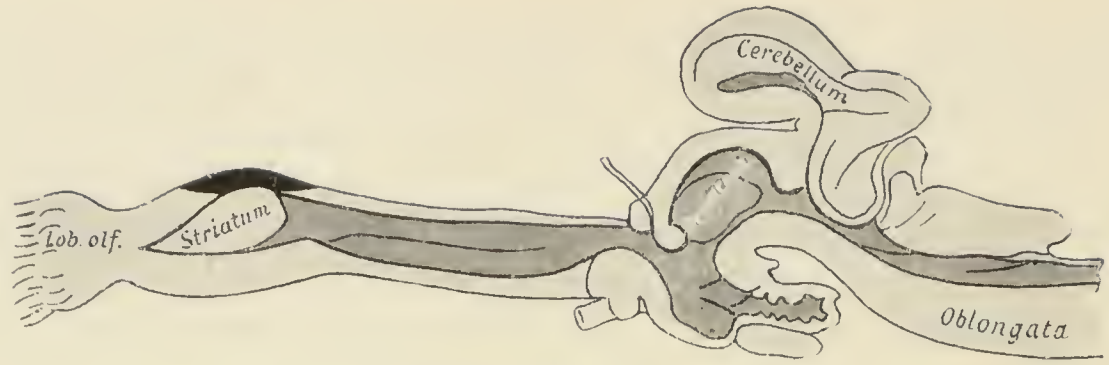
mark und die Oblongata von Myxine, wohl einem der ältesten und einfachsten Vertebraten, bereits recht kompliziert ausgebaut. Die geringe schlängelnde Bewegung des Tieres, das meist an Steine usw. angesaugt lebt, verlangt nur besondere Entwicklung der spinalen motorischen und rezeptorischen Apparate und einen gewissen Apparat, der den Gesamttonus des Leibes aufrecht hält. Ein solcher ist nun in das Rückenmark eingebaut. Enorme aus dem Mittelhirn und ganz besonders aus der Gegend des statischen Nerven kommende Fasern durchziehen die ganze Länge des Myxinenmarkes. Solche Fasern haben auch die Fische, aber bei diesen, die nicht auf die Rumpfbewegung allein mehr angewiesen sind, spielen sie eine wesentlich geringere Rolle und bei den geschwänzten Amphibien sind nur noch wenige vorhanden. Aber der gleiche „vestibulospinale Apparat" bleibt, wenn auch recht gering ausgebildet, bis zum Menschen bestehen.

Zahlreiche andere Beispiele bietet die vergleichende Hirnanatomie, die zeigen, daß einzelne Apparate bei besonderen Anforderungen zu besonderen Mechanismen ausgebildet werden, die, wenn sie nicht mehr durch die Lebensweise erfordert werden, wieder verschwinden. Von so isolierten Fällen, wie sie die Entwicklung eines motorischen Vaguskernes zum Kerne der elektrischen Nerven bei Rochen bietet, bis zu weit ausgedehnten Kernveränderungen für spezielle Verrichtungen gibt es alle möglichen Übergangsstufen. Bei vielen Teleostiern hypertrophiert der sensible Abschnitt des Facialis, derselbe, der beim Menschen als Chorda tympani in geringen Resten noch besteht, zu einem ungeheuren Kerne, der geschmacksknospenartige Bildungen am Kopfe, ja an der äußeren Haut versorgt. Vom Octavus, den die Säuger nur als Hörnerv und als statischen Nerv besitzen, ist bekannt, daß er bei allen wasserlebenden Tieren noch einen mächtigen Nebenkern hat, aus dem die Fasern für die Kopf- und Seitenlinien stammen, welche Sinnesorgane für die Rezeption des Druckes tragen, den strömendes Wasser übt.

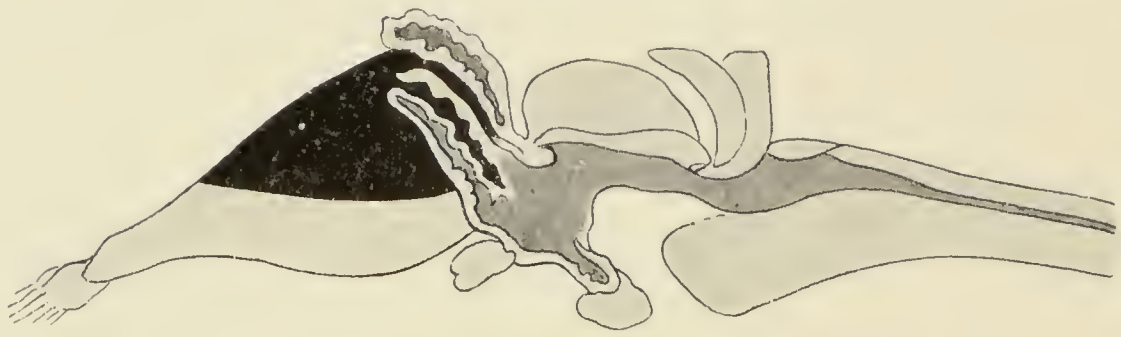
In den kleineren vorderen Vierhügeln des Menschen erkennt man kaum den mächtigen Apparat wieder, den alle Fische und Vögel an gleicher Stelle besitzen, aber bei den letzteren spielt das enorme Auge eine ganz andere Rolle im sonst weniger differenzierten Hirnmechanismus als bei den Säugern. Seine Nerven enden in den Vierhügeln.

Manchmal fehlen auch Palaeencephalonteile ganz. — So haben Myxine und auch Proteus keine Spur eines Kleinhirnes und bei Petromyzon, ja bei den meisten Amphibien ist nur ein minimales Blättchen an Stelle des Cerebellums vorhanden. Bei den Vögeln und den großen Schwimmern wieder, den Haien und Lachsen z. B., ist es so enorm, daß man in dem Riesenorgane das dünne Blättchen gar nicht mehr wiedererkennt, aus dem es entstanden und das vielfach dauernd vorhanden ist.

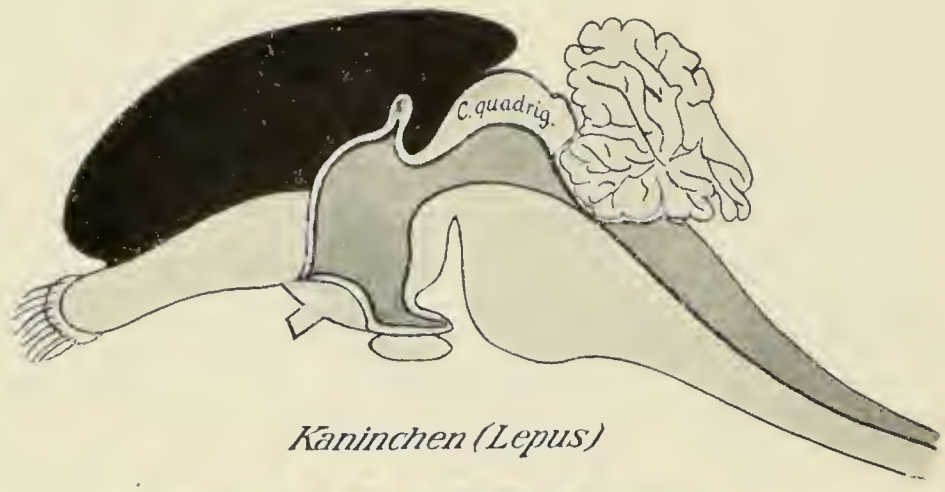
Die Kleinhirnentwicklung ist so durchaus von den lokomotorischen



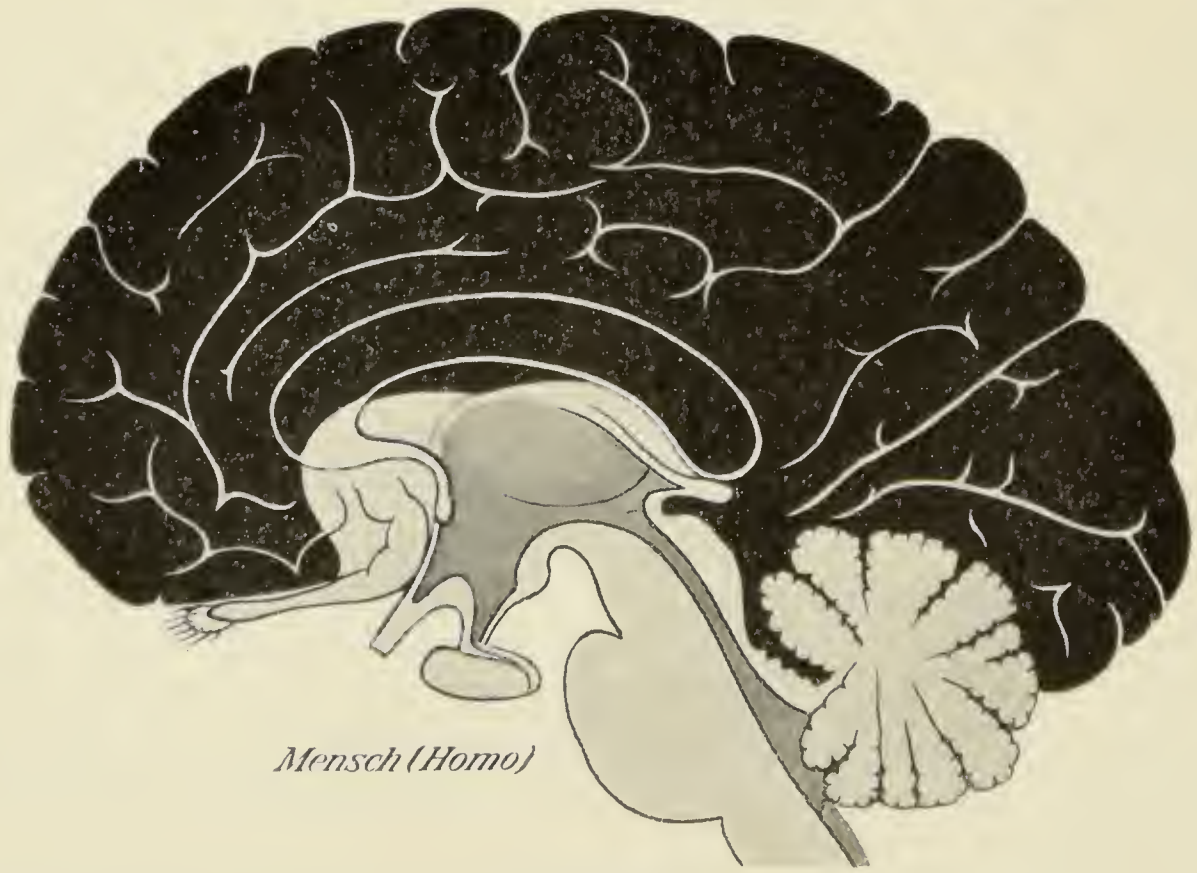
Hai (Chimaera)



Eidechse (Varanus)



Kaninchen (Lepus)



Mensch (Homo)

Fig. 26.
Entwicklung des Neencephalon (schwarz) über dem Palaencephalon (grau).

Anforderungen abhängig, daß innerhalb ganz nahe stehender Familien die größten Differenzen vorkommen. Nicht nur haben die wenig schwimmenden Flunderarten sehr kleine Cerebella, sondern innerhalb der Schildkröten zeigen die landlebigen oft nur halb so große Cerebella als die schwimmenden Arten. Das gleiche beobachtet man an landlebigen Eidechsen und den schwimmenden großen Sauriern.

Bekanntlich reicht die Existenz des Rückenmarkes ganz allein aus, niedere Tiere zu relativ komplizierten Leistungen zu befähigen. Man kann anatomisch und auch durch das Experiment verfolgen, wie sich an Wertigkeit verschieden und mannigfach wechselnde Stufen der Ausbildung erreichend, die verschiedenen Hirnteile in der Tierreihe zum Rückenmarke addieren, die Leistungsfähigkeit des Organismus so wesentlich steigernd.

Zu dem alterebten Primärapparat gesellt sich von den Fischen an, sicherer erst von den Amphibien, das **Neencephalon.** In die Zeichnung des Schellfischgehirnes habe ich es mit einer roten Linie eingetragen, damit Sie mit einem Blicke übersehen, was zu einem niederen Vertebratengehirn hinzutreten muß, damit es die Arbeitsfähigkeit des Säugergehirnes erreicht.

Das Neencephalon ist der Träger der Hirnrinde.

Von einer dünnen Platte aus entwickelt es sich innerhalb der Tierreihe an Masse zunehmend allmählich zu einem mächtigen, vielgefalteten Apparate, aus dem zahlreiche Nervenbahnen hinab zu anderen Hirnteilen gelangen, innerhalb dessen zahllose Verbindungen der einzelnen Oberflächenteile einherziehen. Die ganze Masse lagert sich dorsal vom Palaeencephalon, es überdachend. Es bietet ein ungewöhnliches großes Interesse, ihre Entwicklung innerhalb der Tierreihe zu verfolgen, weil sie der Träger all der Funktionen ist, welche man als die höheren geistigen Leistungen bezeichnet. Das ermöglicht die Übersicht, welche Fig. 26 gibt:

Vierte Vorlesung.

Das periphere Nervensystem.

Die peripheren Nerven leiten dem Zentralapparat die **Receptionen** zu und führen die Effectionen heraus, welche die **Motus** schaffen.

Wir unterscheiden das viscerale System von dem somatischen.

Das viscerale innervirt die Eingeweide, die Drüsen und die glatten Muskeln der Haut und Schleimhäute, das somatische nimmt alle Receptionen aus der Haut, den Gelenken und Muskeln auf und innervirt alle quergestreiften Muskeln.

Der Bau beider, ihre Zusammensetzung, ist verschieden.

Der viscerale Nervenapparat.

Viscerale Nerven sind weithin über den ganzen Körper verbreitet. In allen Geweben und Organen des Organismus finden sie sich. Ob man die Leber oder die Niere, die Lunge oder die Wand eines Blutgefäßes untersucht, immer findet man in früher ungeahnt großer Menge, dünne meist marklose Nervenästchen aufgezweigt. Sie bilden da die Unterlage für eine Unmenge von Reflexen, die für die Erhaltung der Gewebstätigkeiten unbedingt erforderlich sind. Viele dieser Reflexbogen stehen unter dem gelegentlichen oder ständigen Einflusse der Empfindungen und des Willens, wenn auch von ihrer Tätigkeit wenig oder nichts zum Bewußtsein dringt.

Unsere früher nur sehr geringen Kenntnisse sind durch die Arbeiten von Gaskell und später von Langley so weit gefördert worden, daß wir jetzt endlich eine gewisse Übersicht über das Ganze in anatomischer und funktioneller Beziehung besitzen. Auf diesem Gebiet haben anatomische Technik und physiologischer Versuch in vollendeter Weise zusammenarbeitend, unerwartetes klares Licht geschaffen. Langley, dem wir die ausführlichsten Arbeiten verdanken, hält es für zweckmäßig, die mit dem Thorakal- und oberen Lendenmark in Beziehung stehenden Abschnitte des Visceralnervensystemes als Sympathikus abzutrennen von den zu dem Mittelhirn, der Oblongata und den zu dem Sakralmark in Beziehung stehenden Abschnitten, die er als autonomes Nervensystem bezeichnet.

Der Sympathikus innerviert die Körperwände und Extremitäten (Haut, Gefäße, Schweiß- usw. Drüsen) mit segmentalen Ästen, die durchweg gemeinsam mit den peripheren Nerven verlaufen. Sie stammen aus seiner vor der Wirbelsäule liegenden Ganglienkette. Aus der gleichen sendet er aber auch durch die Nervi splanchnici usw. in alle Eingeweide sowie zu den Schleimhäuten, Drüsen und Gefäßen des Kopfes Fasern. Das autonomische System des Kopfes sendet zum letzteren Bezirk ebenfalls seine Fasern, die antagonistisch zu denjenigen aus dem Sympathikus arbeiten. Auch das bereits vom Sympathikus versehene System der Beckeneingeweide wird nochmals von dem des autonomen Sakralteilsystemes versorgt.

Langleys Untersuchungen haben gezeigt, daß die Fasern aus einem System sehr oft Antagonisten der aus dem anderen kommenden sind. So erzeugen die präganglionären Fasern des vom Mittelhirn erregten Ganglion ciliare Verengung der Pupille, während Reizung der vom Sympathikus zum Auge tretenden Bahn die Pupille erweitert. Reizung der im Vagus verlaufenden bulbären präganglionären Herzfasern verlangsamt die Schlagfolge und ebensolche der Sympathikusfasern beschleunigt sie. Vier oder fünf Spinalnerven im Lendenteil senden ihre Fasern durch den Sympathikus zu den äußeren Geschlechtsorganen. Reizung jedes einzelnen dieser Nerven erzeugt Kontraktion. Aus dem Sakralsystem kommen aber auch zwei oder drei Spinalnerven dahin, und die Reizung jedes dieser Nerven erzeugt Erschlaffung.

Der rezeptorische Anteil besteht durchgehend aus fast marklosen Nerven. Aus allen Eingeweiden treten zahllose Bahnen zu den Spinalganglien, und aus den Körperwandungen gelangen auf dem Wege der spinalen Nerven ebensolche Fasern dahin. Dort umspinnen sie direkt oder nach Einschaltung anderer Zellen die Spinalganglienzellen und da diese die Rezeptionen aus dem Körper wie hinter Wur-

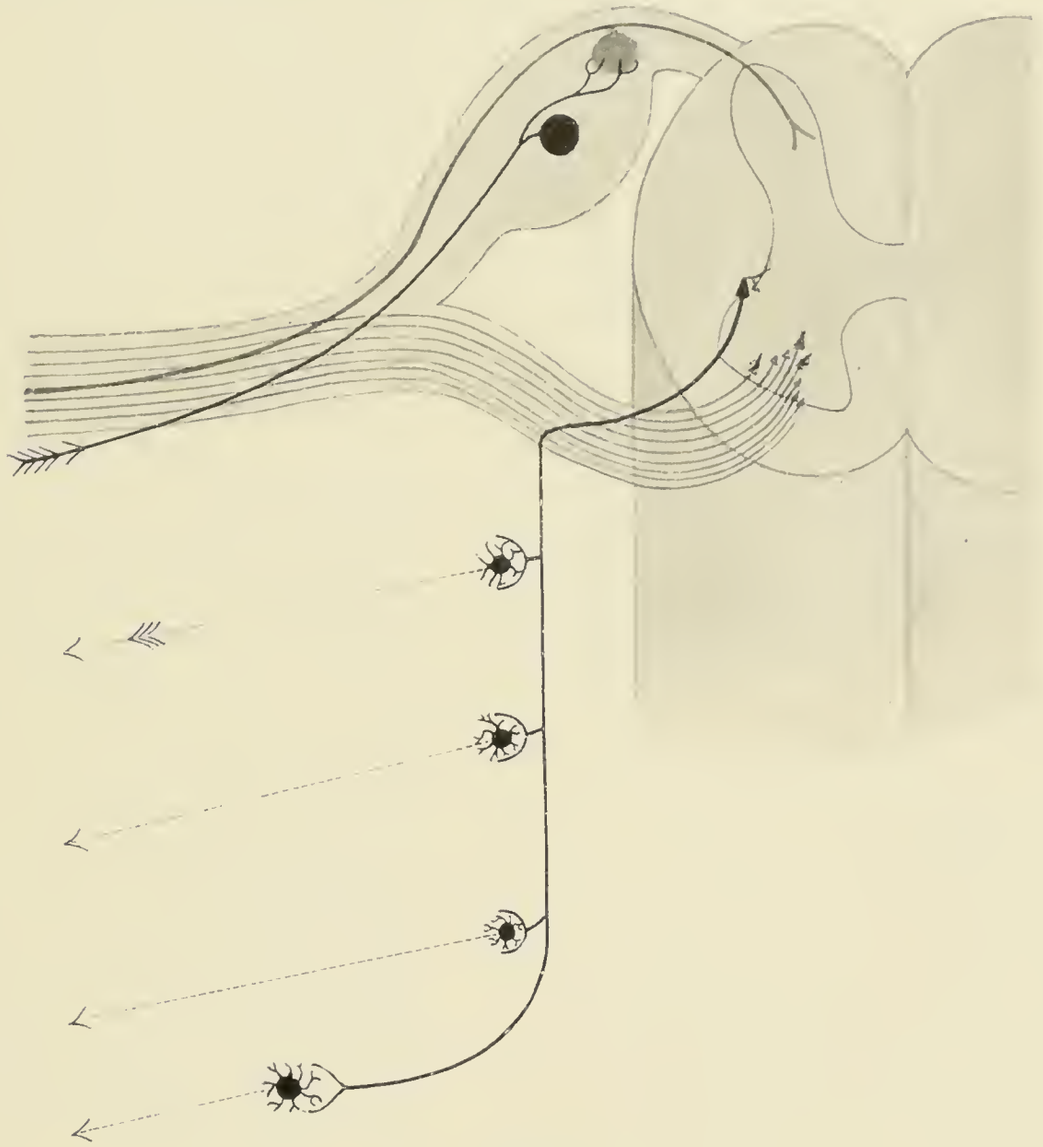


Fig. 27.

Einfachstes Schema des somatischen und des visceralen Systemes. Die rezeptorische Bahn kommt mit dem sensiblen Nerven an und endet um die Spinalganglienzellen. Die effektorische tritt aus dem Rückenmarke in die Ganglia vertebralia und praevertebralia Sympathici.

zeln dem Zentralapparate zuführen, übertragen sich so die Rezeptionen aus den visceralen Abschnitten ebendahin.

Der effektorische Anteil entspringt aus Zellen des Rückenmarkes. Diese senden mit den Vorderwurzeln (Rami communicantes grisei) Fasern zu den Ganglien des Grenzstranges, den Ganglia vertebralia und zu weiter peripher liegenden Gangliengruppen. Zu diesen letzteren, den Ganglia praevertebralia gehören das Ganglion coeliacum, der Plexus anserinus, vesicalis usw. Alle diese Fibrae praeganglionares enden zunächst in diesen Ganglien.

Es treten sehr viel mehr Fasern aus den Ganglien aus, als in sie eintreten und diese versorgen wieder eine noch viel größere Zahl von Gewebszellen. Wir müssen deshalb annehmen, daß die aus dem Zentralorgane kommenden präganglionären Fasern sich in den peripheren Ganglien so aufteilen, daß eine jede viele Ursprungszellen postganglionärer Apparate erreicht. Der physiologische Versuch zeigt, wie durch Reizung eines einzelnen dünnen präganglionären Stämmchens ein weiter postganglionärer Bezirk beeinflußt werden kann.

Fig. 28.
Schema des Aufbaues des visceralen Systems.

Keine viscerale effektorische Faser erreicht also das Gewebe direkt, immer sind Ganglienzellen eingeschaltet, die bald nahe der Wirbelsäule in den Sympathikusganglien, bald weiter entfernt in dem mehr peripher gelegenen Plexus oder im Gewebe selbst (Herzganglien z. B.) gefunden werden. Anatomisch könnte man dies nicht beweisen, aber auf dem Wege des Experiments ist es ermittelt. Wenn man einem Kaninchen etwas Nikotin injiziert, so kann man durch Reizung des Zentralnervensystems nicht mehr wie vorher irgendwie einen Effekt im visceralen Gebiet auslösen. Wohl aber gelingt das, wenn man peripher von den visceralen Ganglien reizt. Das Nikotin, welches die Gangliezelle, nicht aber die Leitung stört, enthüllt so die Existenz von Ganglienzellen, auf dem Wege zwischen Zentralapparat und Peripherie.

Fig. 28 gibt ein ungefähres Schema. Man sieht hier, daß das System sehr deutlich aus übereinander gebauten Einzelabteilungen

besteht. Aus dem Rückenmarke kommt eine effectorische Faser D. Sie endet in einem vertebralen oder auch in einem anderen sympathischen Ganglion C und aus den Zellen dieses entspringt eine neue Bahn zum Endapparat B, in den Darm etwa. Es kann sich aber noch ein viertes Ganglion A in analoger Weise einschalten, so daß man eine förmliche Kette von Relais vor sich sieht. Weil nun die aus dem Rückenmark austretende Faser nicht immer gerade in das nächste Prävertebralganglion eintritt, vielmehr meist zu caudaler oder frontaler gelegenen Ebenen abbiegt, entsteht vor der Wirbelsäule ein langer aus auf- und abwärts ziehenden marklosen visceralen Fasern gebildeter Strang, der Grenzstrang des Sympathicus, den mit den Nerven die segmentär angelegten Bahnen zur Haut und den Gefäßen und gesondert die langen Stränge zu den Eingeweiden verlassen.

Die meisten Physiologen nehmen heute an, gestützt auf Langleys Versuche, daß wohl immer nur eine Zellstation zwischen Zentralorgan und Gewebe eingesschaltet ist und daß, wo wir weit ab von der Wirbelsäule liegende viscerale Ganglien finden, die präganglionären Äste eben sehr lang sind. Es spricht aber das Verhalten des ausgeschnittenen Darmes ebenso wie der Nachweis mehrfacher übereinander geschichteter Gangliengruppen im Darme dafür, daß postganglionäre Bahnen nicht immer direkt im Gewebe enden müssen, daß sie sich vielmehr wieder zunächst zu anderen Ganglienzellen begeben, und daß erst aus diesen dann die Endbahnen entspringen.

Wir dürfen annehmen, daß die in das Rückenmark tretenden rezeptorischen Bahnen aus den Eingeweiden, dort auf die Ursprungszellen des visceral motorischen Apparates wirkend, eine Unzahl von dem autonomen System dienenden Reflexbogen bilden. Von ihrem Wirken erfahren wir, da sie nicht durch afferente Bahnen mit dem Gehirn verbunden sind, nichts. Treten aber abnorm starke Reize in den Eingeweiden auf, so kann es bekanntlich dort zu einer Wahrnehmung kommen (Kolikschmerz z. B.). Gewöhnlich aber wirken solche Reize anders. Sie erhöhen die Empfindlichkeit bestimmter Zonen der Haut (Head) oder sie erzeugen eine interessante Form der Sinnestäuschung: Wir müssen nämlich im Zentralapparat ankommende autonome Rezeptionen für somatische halten, weil sie vielfach durch zusammen eintretende rezeptorische viscerale und somatische Bahnen der gleichen grauen Substanz des Rückenmarks zugeführt werden und weil in der Regel nur somatische Rezeptionen von da hirnwärts geleitet werden. Herzkranke z. B. klagen leicht über Schmerzen in der Brustwand und im Ulnargebiet des linken Armes, weil die sympatischen Herzfasern zusammen mit den Thorakalnerven eintreten, welche die Innenseite des Armes versorgen.

Ein großer Teil der Faserung aus dem Bauchstrang, besonders aus dem ihn im Halsteil begrenzenden Ganglion triangulare, verläuft nicht zur Haut, sondern, reichlich Plexus um die Gefäße bildend, frontalwärts zu allen Eingeweiden des Kopfes, den gleichen, die bereits vom Mittelhirn und vom bulbären Abschnitt her mit Fasern versorgt sind. Außerdem sendet die sympathische Kette große Mengen von Fasern in den ja auch teilweise vom bulbären System versorgten

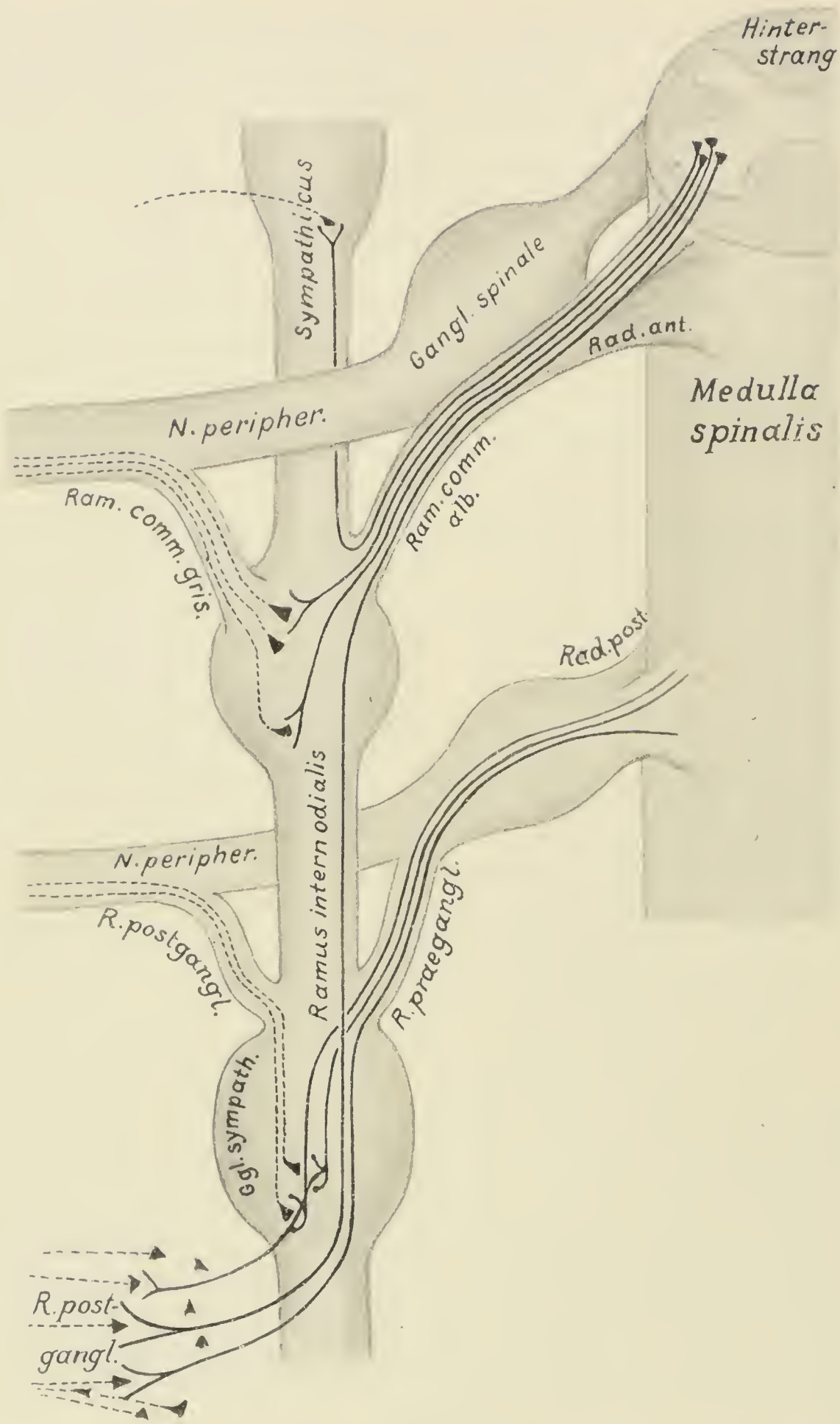


Fig. 29.

Schema des sympathischen Grenzstranges. Oben die Beziehungen zu den Cervikalganglien, unten die zu den Ganglien der Eingeweide, in der Mitte (zweimal) die Beziehungen zu den cerebrospinalen Nerven.

Apparat des Darmes und schließlich innerviert sie die Geschlechtsorgane. Sie geht also zu fast allen Gebieten des Körpers.

Die Wertigkeit der einzelnen Sympathikusganglien ist eine recht

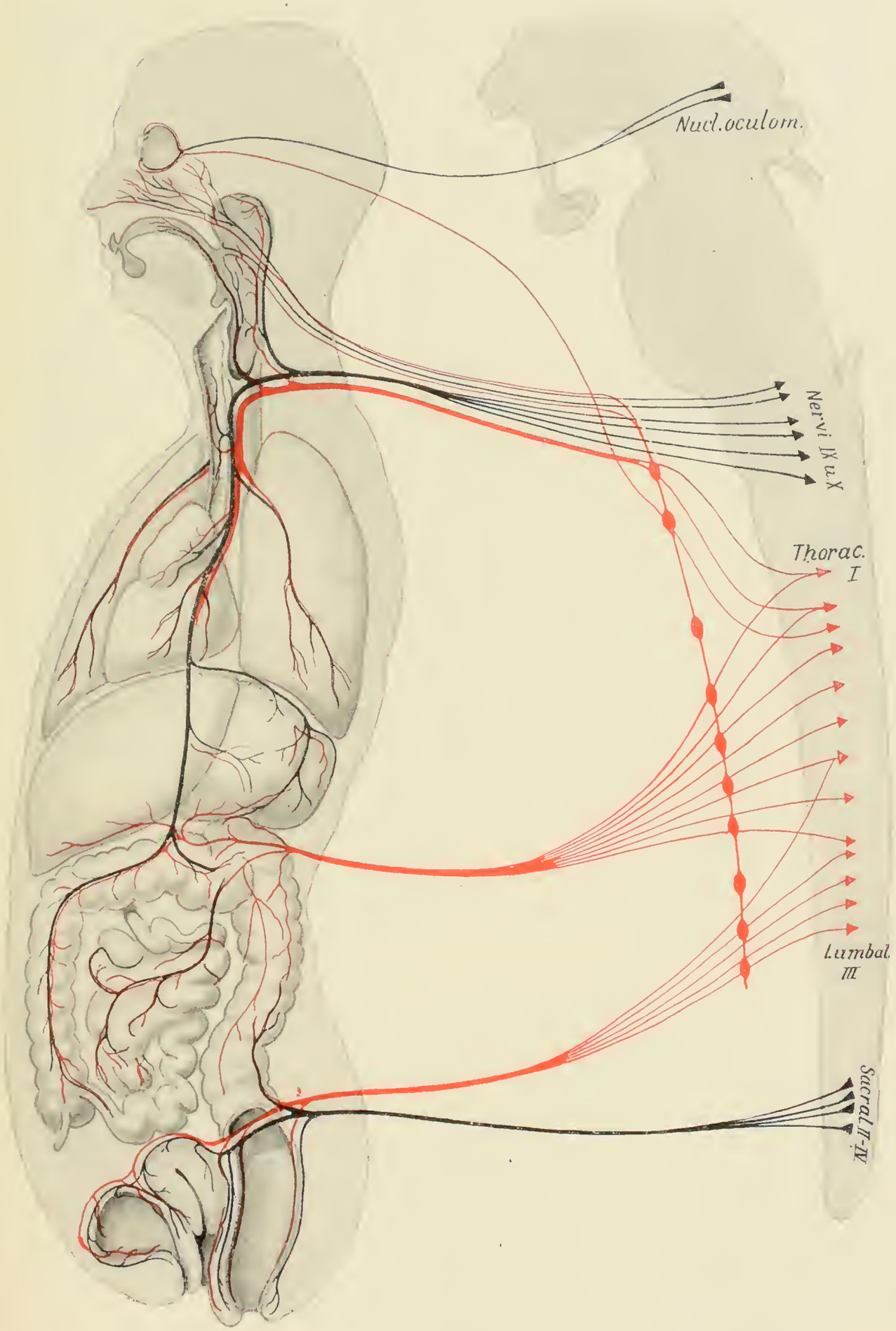


Fig. 30.
Das viscerale System. Sympathischer Anteil rot, autonomer schwarz.

verschiedene, einige senden alle Fasern zu den Körperwandungen, andere alle in die Eingeweide, und wieder andere haben Fasern für beide Endstätten. So ist es auch mit dem mehr im Innern im Körper liegenden Ganglion coeliacum usw. Alle Fasern, welche zu den Eingeweiden gehen, verlaufen mit den Arterien, die Fasern zur Haut aber schließen sich bald den somatischen Nerven an. Ihre Verteilung entspricht auch im allgemeinen der jener Nerven. Allerdings wird aus einem einzelnen Sympthikusganglion manchmal ein größeres Areal versorgt, weil seine präganglionären Fasern mit zwei oder drei peripheren Nerven verlaufen können.

Im Prinzip ganz gleichartig ist das autonome System gebaut, das ja auch die gleichen Gebiete zumeist versorgt.

Mit dem Okulomotorius treten aus dem Mittelhirn Fasern aus, welche, um die Zellen des Ciliarganglions sich aufsplitternd, durch diese die Iris und die Ciliarmuskeln innervieren. Das weit weg im Mittelhirne, im Innern der Orbita liegende Ganglion ist also das Visceralganglion, die Okulomotoriusäste sind die präganglionären Fasern zu ihm, die Nervuli ciliares die postganglionären. Ebenso treten mit dem Nervus intermedius, dem Glossopharyngeus und Vagus Rami communicantes albi aus. Oft sind es nur kurze Verbindungsbrücken, aber andere Male handelt es sich um viele Zentimeter lange Nerven. So ist der größte Teil des Nervus vagus, der, welcher zu den Ganglien des Herzens und zu denjenigen des Magens und Darmes führt, nur aus postganglionären Bahnen gebildet, und es ziehen dann präganglionäre Fasern zu den großen Ganglien am Halse, b. jugulari usw. Das autonome Nervensystem entpringt zu gutem Teil aus dem Kopfabschnitt, aber ein anderes gehört dem Lumbal- und Sacralrückemarke an. Fig. 30 gibt zum Abschluß dieser kurzen Darstellung eines komplizierten Gegenstandes eine Übersicht über die Ausbreitung des gesamten visceralen Systems.

Der somatische Nervenapparat.

Das Aufbauprinzip des somatischen Nervensystemes, desjenigen, welches unsere Haut und Muskeln versieht, ist das Folgende: Die Rezeptionen erfolgen immer durch Ausläufer der Spinalganglienzellen. In Fig. 31 ist eine solche abgebildet und Sie sehen, wie sie einen Fortsatz als peripheren Nerv zur Haut, einen zweiten als Wurzel in das Zentralnervensystem hineinschickt. Der letztere teilt sich ganz wie die analoge Faser, die ich vom Regenwurm demonstriert habe, sofort in zwei Äste. Dadurch wird erreicht, daß ein sensibler Eindruck auf mehrere motorische Zellen wirken kann.

Die motorische Faser entspringt aus einer Zelle des Zentralnervensystems und verläuft direkt in den quergestreiften Muskel.

Die Ganglienmassen, welche der somatischen Innervation

dienen, sind also in den Spinalganglien und im Zentralnervensysteme konzentriert.

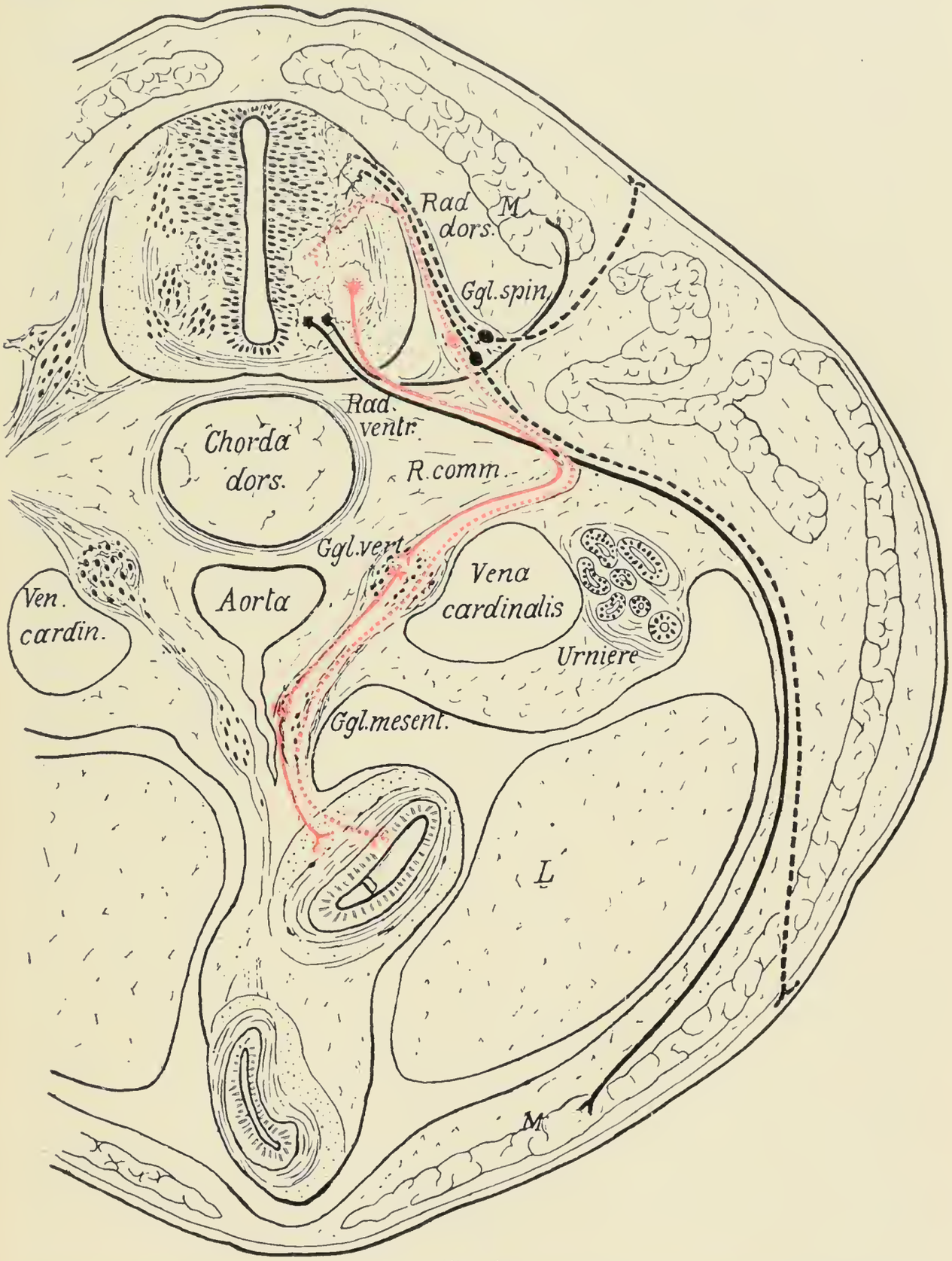


Fig. 31.

Schnitt durch einen Selachierembryo, in den das somatische Nervensystem schwarz, das viscerale rot schematisch eingetragen ist. Man beachte den Rückenmarksquerschnitt mit den Zentralstätten für die vier Komponenten eines Spinalnerven. Figur von A. Froriep.

Untersuchungen der letzten Jahre, die sich der Silber- und Methylenblaumethode bedienen konnten, haben nicht nur einen großen Reichtum

an Organnerven entdecken lassen, sondern auch gezeigt, daß wir uns die sensible Innervation der empfindenden Flächen, der Haut z. B. oder der Geschmacksapparate, viel zu arm vorgestellt haben. Es liegen da enorme Plexus von Nervenfäden unter und zwischen den Epithelzellen und diese senden zu jeder einzelnen Zelle Ästchen, oft viele zu einer einzelnen. Jedes Haar ist von einer aus Nerven geflochtenen Krone an seiner Basis umgeben und jede Haarberührung trifft einige Zacken dieser Krone. Jede Sehne, jeder Muskel, jedes Gelenkende ist von dichten sensiblen Nerven erfüllt.

Für welche Leistungen mag eine so reiche rezipierende Innervation angelegt sein? Es gibt, das leuchtet sofort ein, eine sehr große Anzahl von Reflexen, die für die Erhaltung des Individuums dringend notwendig sind, ohne daß sie gerade dem Träger bekannt werden. Die Regulierung der Sekretion, der Blutversorgung in der Haut im Verhältnis zur Gesamtwärmeökonomie des Organismus, die Anpassung an verschiedene Belichtung, die Spannung der Muskeln und Sehnen durch die diesen eigentümlichen Sehnenreflexe, die verschiedene Einstellung solcher Spannung, je nachdem die willkürliche Innervation verschieden eingreift, und vieles andere könnte hier genannt werden. Zu all dem bedarf es außer dem motorischen Teile des Reflexbogens eines rezipierenden Anteils. Ja Exner, dem wir besonders die Hinweise auf die Wichtigkeit dieser kurzen Reflexbogen und ihre Rolle im Organismus verdanken, hat sehr schön erläutert, wie überhaupt zum Zustandekommen wohl jeglicher Bewegung die Intaktheit der sensiblen Innervation erforderlich ist. Der Schluckakt z. B. zerfällt in einen willkürlich auslösbaren Teil und einen reflektorischen. Anästhesiert man durch Kokain den Rachen, so bleibt zwar die Fähigkeit zum ersten erhalten, der Bissen wird aber vom Ösophagus, dem nun keine sensiblen Eindrücke von ihm zugeführt werden können, nicht weiter befördert, es bleibt die Reflexaktion aus. Nun wird erst klar, warum die Schleimhaut der Speiseröhre eine so mächtige sensible Innervation besitzt, warum unter und in ihrem Epithel solche große Plexus von Nervenfasern liegen. Ein anderes, wie mir scheint, gutes Beispiel für die Wichtigkeit rezipierender Regelung rein motorischer Vorgänge bietet die Bewegung unserer Finger. Bekanntlich ist diese recht gestört, die „Finger sind steif", wenn nur sensible Störungen in der Hand vorhanden sind. Das kann man künstlich erzeugen. Durchkältet man die Hand stark, so wird sie steif, unbeweglich, auch für Aktionen, die durch Muskeln ausgeführt werden, welche am Vorderarme wärmegeschützt liegen. Diese Muskeln können sich offenbar nicht normal kontrahieren, wenn sie von den Sehnen- und Gelenkenden her nicht regulierende Empfindungen erlangen können. Die steifen Finger, die wir von einem Winterspaziergange nach Hause bringen können, beruhen auf einer Störung der Sensomobilität. Wahrscheinlich gehören viele Bewegungsstörungen der Hysterischen eben hierher.

Unsere ganze Muskel- und Sehnenspannung beruht auf solchen Rezeptionen. Jede Änderung in der Gliedlage dient als Erreger und hat Änderung der Muskelspannung zur Folge. Umgekehrt erzeugt künstlich herbeigeführte Änderung der Spannung, etwa ein Schlag auf die Patellarsehne, eine Muskelzuckung.

Eine überreiche rezeptorische Innervation ist also erforderlich, nicht nur für zahllose Reflexvorgänge, sondern auch zur Regulierung vieler anscheinend nur den Willen unterworfener Bewegungen.

Unter „sensibler Innervation" darf man sich aber nicht nur Vorgänge denken, welche bewußt in die Empfindung treten. Hier werden alle die Vor-

gänge darunter verstanden, bei welchen von irgendeiner Stelle des Körpers her dem nächsten Ganglion oder dem Zentralapparat Eindrücke zugeführt werden. Ob sie weiter geleitet werden, ob sie von dem Träger wahrgenommen werden, das kommt für die Begriffsbestimmung nicht in Betracht. Rezipieren und Wahrnehmen ist nicht das gleiche.

Die sensible Kontrolle, deren einzelne anscheinend gleichartige Bewegungen bedürfen, ist nicht überall die gleiche. Namentlich kommen, wie es scheint, bei den höheren Tieren viel mehr regulierende Momente in Betracht als bei den niederen. Aber auch die Säuger können gelegentlich durch Einübung usw. auf die eine oder andere Art der Kontrolle verzichten lernen, können auskommen, mit dem, was auf tieferen Stadien der Entwicklung allein reguliert. Sehr gut wird die Wichtigkeit der einzelnen Arten solcher sensiblen Regulierung von noch ganz elementaren motorischen Vorrichtungen illustriert durch einen geistvollen Versuch, den J. Richard Ewald angestellt hat. Nimmt man einem Hunde beiderseits die Labyrinthe weg, so erleidet der Gesamtmuskeltonus und damit das Vermögen, das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, zunächst eine so enorme Störung, daß Gehen und Stehen ganz unmöglich wird. Aber das gleicht sich nach einiger Zeit wieder aus, die Bahnen für den Tastsinn usw. ersetzen zunächst mehr und mehr das Fehlende. Trägt man nun beiderseits dem gleichen Tiere die motorischen Rindenfelder für die Beine ab, so erscheinen jene schweren motorischen Störungen erneut, das Tier ist unfähig zu geordneten, ja zunächst überhaupt zu irgendwelchen ordentlichen Bewegungen. Auch hier tritt langsam ein Ausgleich ein. Aber der Hund ist jetzt in trauriger Lage, denn er ist für die Kontrolle seiner Bewegungen ganz allein auf seine Augen angewiesen. Hilflos stürzt er zusammen, wenn man das Zimmer verdunkelt oder ihm die Augen verbindet.

Niedere Vertebraten — Fröche z. B. — können den Defekt, welcher durch Labyrinthentfernung entsteht, nicht decken, weil bei ihnen die Möglichkeit, von der Hirnrinde aus mit anderen Formen des Gefühles ausgleichend zu arbeiten, ganz gering ist. Die bleiben nach Entfernung des Labyrinthes dauernd unfähig zum Springen.

Weiteres über die somatische Innervation wird die sechste Vorlesung bringen.

Fünfte Vorlesung.

Übersicht über das Gehirn des Menschen.

Meine Herren! Aus rein praktischen Gründen interessiert Sie vor allem das Gehirn des Menschen. Es läßt sich in seiner Phylogenie heute schon recht gut aus dem Tiergehirne ableiten, wie ich in der letzten Vorlesung kurz andeutete, seine Formen aber werden besser verstanden, wenn wir zunächst seiner Ontogenie einige Aufmerksamkeit schenken.

Daß die ganze Anlage des Nervensystems aus dem äußeren Keimblatte geliefert wird, daß diese Anlage von einem Streifen, der bald zur Rinne sich einsenkt, gebildet wird, das wissen Sie aus einer früheren Vorlesung. Schon sehr früh schließt sich die Medullarrinne zum

Medullarrohre. Aber noch ehe dieser Schluß vollendet ist, erkennt man bei allen Wirbeltieren an der Stelle, wo das Gehirn sich entwickelt, drei bläschenförmige Ausbuchtungen: das Vorderhirn (Proencephalon), das Mittelhirn (Mesencephalon) und das Hinterhirn (Rhombencephalon). Die Wand, welche ganz frontal das Vorderhirn abschließt, wird embryonale Schlußplatte, Lamina terminalis, genannt, weil hier der Schluß der urspünglichen flächenförmig ausgebreiteten Hirnanlage in einer Naht erfolgt ist.

Eine kleinere Ausstülpung, welche bei den niederen Vertebraten dauernd, bei den Embryonen der höheren Vertebraten vorübergehend in der Schlußplatte nachweisbar ist, zeigt nach His den frontalsten, zuletzt geschlossenen Teil der Hirnhöhle an — Recessus neuroporicus.

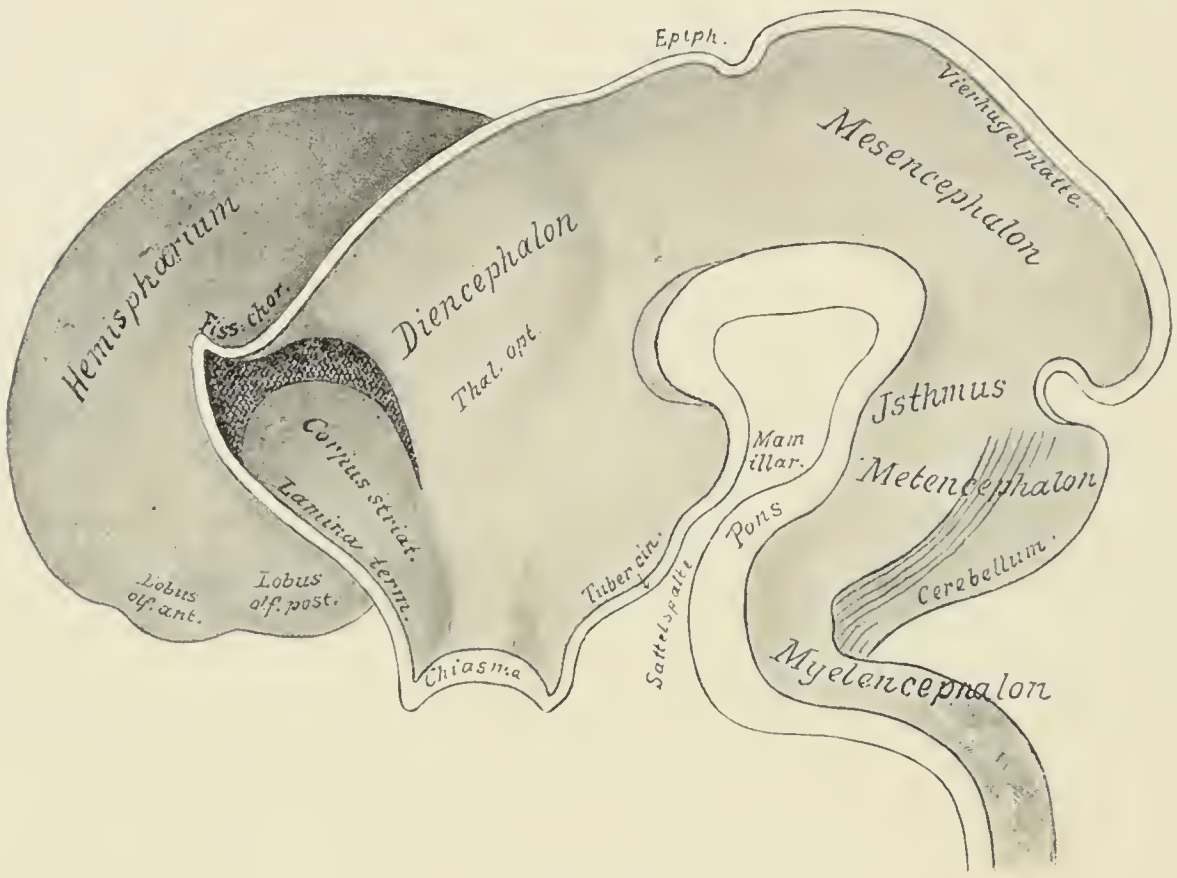


Fig. 32.
Medianschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Embryo aus der 5. Woche, nach His. Mittelventrikel und Eingang in die Seitenventrikel der Hemisphäre.

Beiderseits von der Lamina stülpen sich schon sehr früh die Hemisphären des Telencephalon aus. Von da an nennt man den caudalen Abschnitt des nun zweigeteilten Proencephalon Diencephalon. Das alles ist auf Figur 32 gut zu sehen.

In die Basis der Hemisphären münden die Riechnervenfasern. Hier entsteht der Lobus olfactorius. Er wie das dicht neben ihm liegende Corpus striatum sind uralter Besitz des Tieres, Teile des Palaeencephalon. Durch eine Furche, die Fovea limbica, an der Außenseite des Gehirnes von ihnen geschieden, entwickelt sich sehr schnell zu enormer Größe die Blase des Neencephalon. Aber Neencephalon und Frontalabschnitt des Palaeencephalon zusammen bilden die Hemisphären. Anfangs sind es nur kleine unscheinbare Gebilde, aber bald

wachsen sie als Großhirn enorm aus, krümmen sich nach rückwärts und überdecken so allmählich die meisten anderen Blasen. Sie sitzen schließlich einer Kappe gleich über dem Zwischenhirn (Thalamus), dem Mittelhirn (Corpora quadrigemina) und dem Hinterhirn (Cerebellum und Pons).

Der unpaare Hohlraum des ursprünglichen Medullarrohres heißt im Körperabschnitt: Zentralkanal des Rückenmarkes, in dem verlängerten

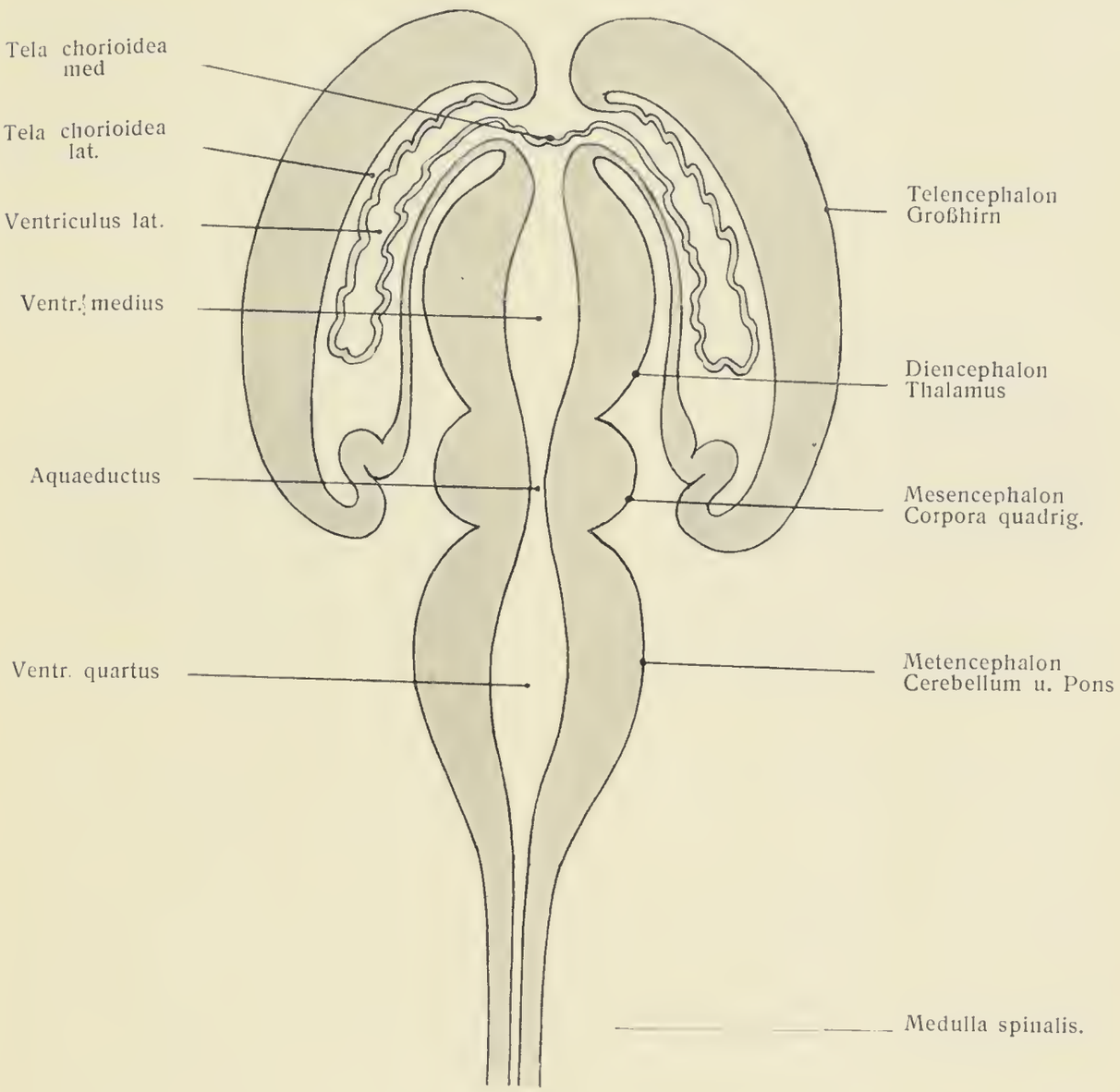


Fig. 33.
Die Hirnanlagen von oben her geöffnet, zur Demonstration der Ventrikelbildung.

Marke, wo er sich bedeutend erweitert: Ventriculus quartus, unter dem Mittelhirn, hier bildet er nur einen engen Kanal: Aquaeductus Sylvii. Weiter vorn im Diencephalon wird er Ventriculus medius. Es ist hier ein langer tiefer Spalt, der, wie auf Figur 33 sofort erkennbar ist, beiderseits sich in die Hemisphärenventrikel erweitert. Diese letzteren heißen Ventriculi laterales, und der Eingang in sie wird als Foramen Monroi bezeichnet. Es ist schade, daß diese alten, aus einer Zeit, wo man die Entwicklung nicht kannte, stammenden Namen beibehalten

worden sind. Es genügt, wenn Sie Ihrem Gedächtnisse einprägen, daß überall ein einheitlicher Ventrikel besteht, und daß dieser, weil jederseits eine Hemisphäre sich ausstülpt, vorn in zwei Ventrikel übergeht.

Das Dach des Zwischenhirns bleibt zeitlebens fast in seiner ganzen Länge eine einfache Epithelschicht. Da, wo es in das Hemisphärenhirn übergeht, wachsen aus der Schädelhöhle reichliche Gefäße herunter, welche diese Epithelplatte vor sich hertreiben. Der so in die Hirnhöhle hineinragende epithelbedeckte Gefäßzapfen heißt Plexus chorioideus medius. Da die Hemisphären aus dem Zwischenhirn herausgewachsen sind, so muß ihr medialer Rand in jenen Plexus übergehen. Auf dem Fig. 33 abgebildeten Schema ist die zur Epithellinie verdünnte Medialwand sichtbar. Der Plexus chorioideus sendet in die Seitenventrikel Ausläufer, Plexus chorioidei laterales.

Wenn die wichtigsten Teile des menschlichen Vorderhirnes sich einmal gesondert haben, dann hat es die in Fig. 34 u. 35 wiedergegebene

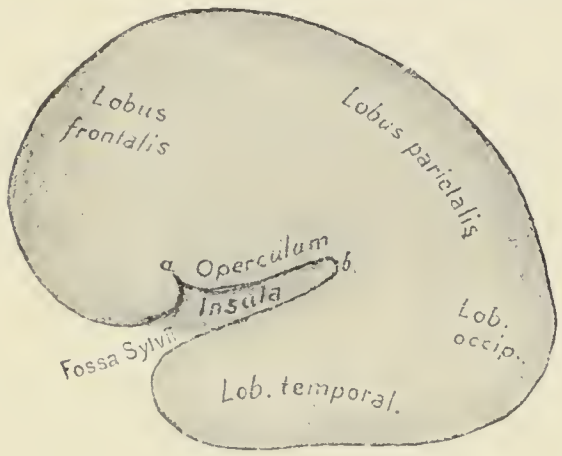


Fig. 34.
Das Gehirn einer menschlichen Frucht aus dem vierten Schwangerschaftsmonate.

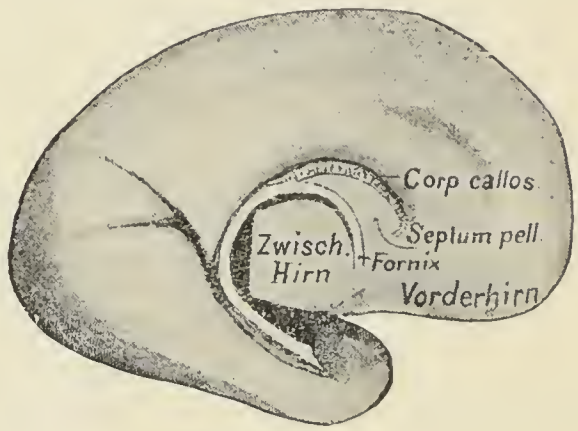


Fig. 35.
Innenansicht der auf Fig. 34 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weißen Markstreif des Fornix verdickt ist.

Gestalt. Es ist nach hinten ausgewachsen, und auch nach unten hat es sich gekrümmt. Da, wo innen in den hohlen Raum der Hemisphären das Corpus striatum hineinragt, hat sich die Außenwand nicht so ausgedehnt, wie an den anderen Vorderhirnteilen. So ist im Verhältnis zur Umgebung dort eine Vertiefung zurückgeblieben, die Fovea Silvii. Leicht kann nun an den Hemisphären auch schon ein vorderer oder Frontallappen, ein hinterer oder Occipitallappen zwischen beiden ein Parietallappen unterschieden werden. Der ventral von der Fovea Silvii liegende Teil der Hemisphärenwand heißt Temporallappen. Durch dieses Ausbilden der Hemisphärenlappen, kommt es natürlich auch zu Vergrößerungen ihres Hohlraumes. Man bezeichnet den Ventrikelteil, welcher im Stirnlappen liegt, als Vorderhorn, den im Hinterhauptlappen als Hinterhorn und den im Schläfenlappen als Unterhorn.

Nur im Frontalabschnitt ist der Ventrikel überall von nervöser Substanz umschlossen, in den caudalen $^2/_3$ der Hemisphäre ist die

Hirnwand medial zu einer sehr feinen Membran verdünnt. Da, wo die Verdünnung aufhört und der massivere Wandabschnitt der Hemisphäre beginnt, ist eine eigenartige Anordnung vorhanden. Durch eine Furche, die Ammonsfurche, wird, wie Fig. 33 gut zeigt, die Hirnwand zum Ammonshorne aufgerollt. Das diesem entstammende Nervenbündel bleibt natürlich unter dem dünnen Epithelüberzuge gut sichtbar. Als langer weißer Faserzug — Fornix heißt er — sehen Sie es in der Fig. 35 aus dem Medialabschnitte des Schläfenlappens dem ganzen Hemisphärenrande entlang bis in die Basis des Zwischenhirnes ziehen. Auf dieser Figur ist außer dem Fornix noch etwas Interessantes zu sehen. Dicht über dem Fornix sind von einer Großhirnblase in die andere Fasern gewachsen; Corpus callosum heißen sie. Die ventral von ihnen liegende Hirnwand verdickt sich nicht mehr weiter, sie bleibt dünn und heißt später Septum pellucidum. Der Teil des Interhemisphärenspaltes, welcher von diesem Septum rechts und links begrenzt wird, heißt Ventriculus septi. Er ist natürlich gar kein richtiger Ventrikel.

So entwickeln sich also die Vorderhirnteile. Wir wollen nun zusehen, ob Sie etwas orientiert durch die Entwicklungsgeschichte, die morphologischen Verhältnisse leichter verstehen, welche das Organ des erwachsenen Menschen bietet.

Ein frisches Gehirn wird auf seine Basis gelegt. Den großen Hirnspalt, welcher die Hemisphäre trennt, und die Fovea Sylvii, welche mit der Ausbildung des Schläfenlappens entstand, werden Sie leicht auffinden. Wir sehen, daß die Oberfläche überall tief eingefurcht ist. Man kennt die allgemeinen Regeln dieser Furchung, aber heute wollen wir uns noch nicht mit ihnen beschäftigen. Wir wollen zunächst nur die Gefäße aus der Sylvischen Grube sorgsam herauspräparieren, so daß diese leicht auseinander zu ziehen ist. Dann erscheint in ihrer Tiefe die Insula Reilii und wir überblicken auf einmal die ganze Ausdehnung der Hemisphärenblase, ihr Auswachsen frontal- und caudalwärts zu dem Stirn- und Hinterhauptlappen und ihre Krümmung um eine in der Insel gelegene feste Stelle, wodurch es zum Schläfenlappen kommt.

Da das Vorderhirn die meisten anderen Hirnteile überwachsen hat (s. Fig. 35), so könnte man sich diese letzteren von hinten her ansichtig machen, wenn man die Hemisphären aufhöbe, von ihnen abdeckte; auch dadurch könnte es geschehen, daß man die letzteren abtrüge, zum Teil entfernte. Dieser letztere Modus bietet den Vorteil, daß wir auch die Seitenventrikel und das Corpus striatum besser zu Gesicht bekommen. — Gehen wir deshalb ihm folgend vor!

Das horizontal gelegte Messer durchzieht immer beide Hemisphären gleichzeitig und trägt von ihnen 5—6 mm dicke Platten ab. Die erste und die zweite dieser Platten enthalten sehr viel graue Rinde und relativ wenig von ihr umschlossene weiße Substanz, aber schon in der

dritten Platte hat man beiderseits ein großes, weißes Markfeld mitten in der Hemisphähe bloßgelegt, das Centrum semiovale. In ihm verlaufen alle Faserzüge, welche von der Rinde nach abwärts ziehen, und ein Teil der Fasern, welche verschiedene Rindengebiete untereinander verbinden. Schon erblickt man jetzt in der Tiefe des großen Hirnspaltes die mächtigen, rechte und linke Hemisphären verbindenden Fasern des Balkens (Corpus callosum). Der Balken wird nun durchtrennt und, nachdem auch in beiden Seitenhälften, was noch von weißer Substanz über den Ventrikeln stehen geblieben ist, entfernt wurde, vorn und hinten durchgeschnitten. Dabei zeigt sich, daß er mit seiner Unterfläche an dünnen weißen Faserzügen festklebt, welche, die Ventrikelhöhle überspannend, vorn und hinten in die Tiefe der

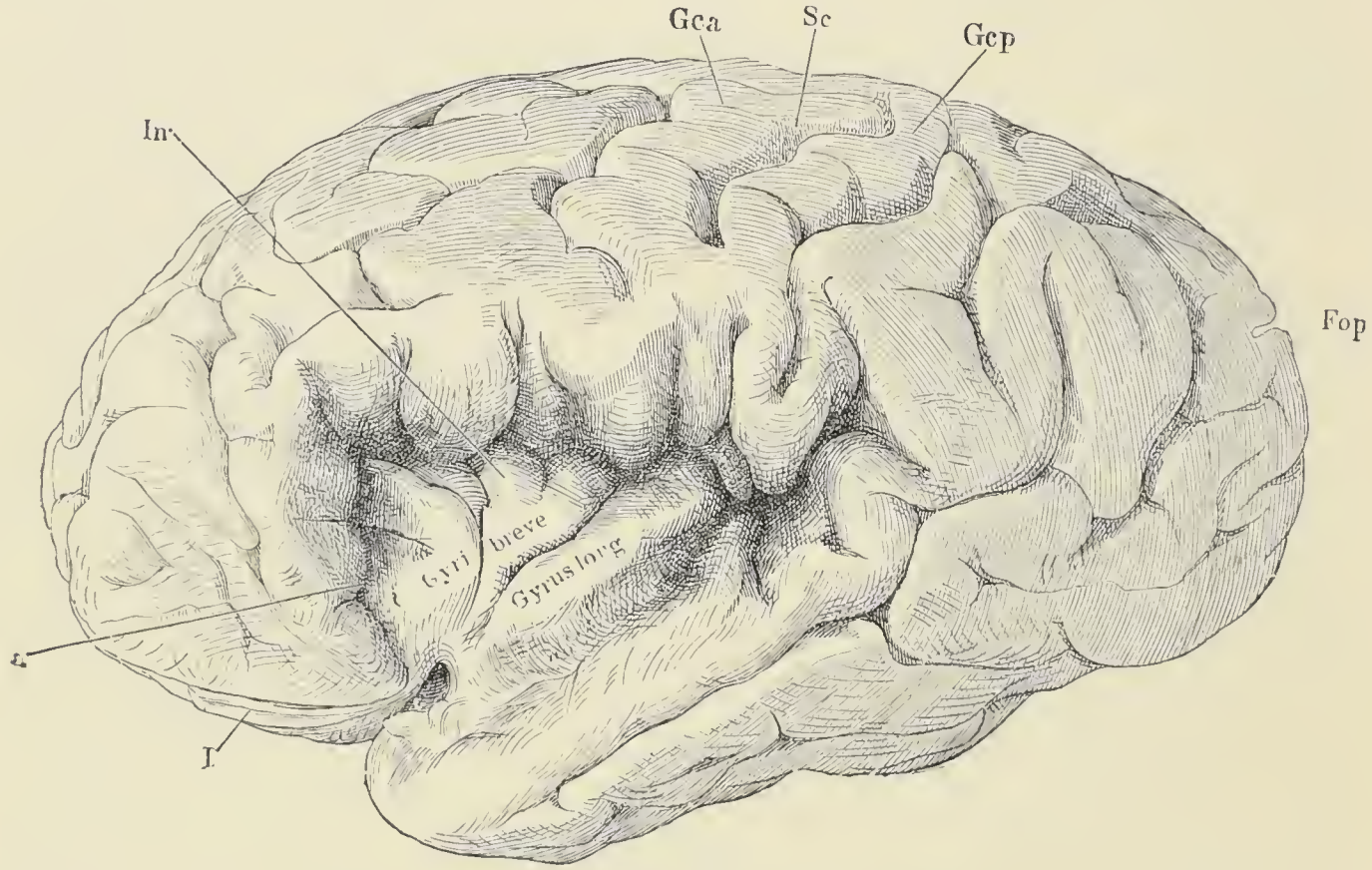


Fig. 36.
Eine Hemisphäre von der Seite gesehen. Die Sylvische Grube breit auseinandergezogen. In ihrer Tiefe die Gyri der Insel.

Ventrikel hinabziehen. Sie gehören dem Fornix an, und zwischen beiden Fornixschenkeln liegt, wie Sie es nach dem bereits mitgeteilten erwarten durften, der Plexus chorioides.

Die Fornixschenkel entwickeln sich als Crura fornicis beiderseits aus dem medialen Rande des Unterhorns (Fig. 38 hinten), treten dann konvergierend über den hinteren Teil des Thalamus und vereinigen sich über dem Ventrikel zu einem breiten Zuge (Corpus fornicis). In dem Winkel, wo sie zusammenstoßen, ziehen eine Anzahl Querfasern dahin, diesen zu einem Dreiecke ausfüllend. Das Dreieck gleicht einer Lyra und heißt Psalterium, dem König David zu Ehren! Es liegt unter dem kaudalen Balkenende und ist mit diesem meist verklebt. Gelegentlich kommt es vor, daß der Balken doch etwas

entfernt von ihm bleibt; dann erkennt man zwischen Fornix und Balken einen kleinen Hohlraum (Ventriculus Verga). Im vorderen Teile des Gehirns aber tritt der Balken ganz regelmäßig vom Hemisphärenrande zurück, und es bleibt zwischen ihm und dem Ventrikel ein Stück der sagittalen Hemisphäreninnenwand zurück. Dieses unter (auf unserm Horizontalschnitte hinter) dem Balken liegende Stück der medialen Hemisphärenwand ist das Septum pellucidum. Der zwischen dem rechten und linken Septum bleibende Teil des Hemisphärenspaltes wird Ventriculus septi pellucidi genannt.

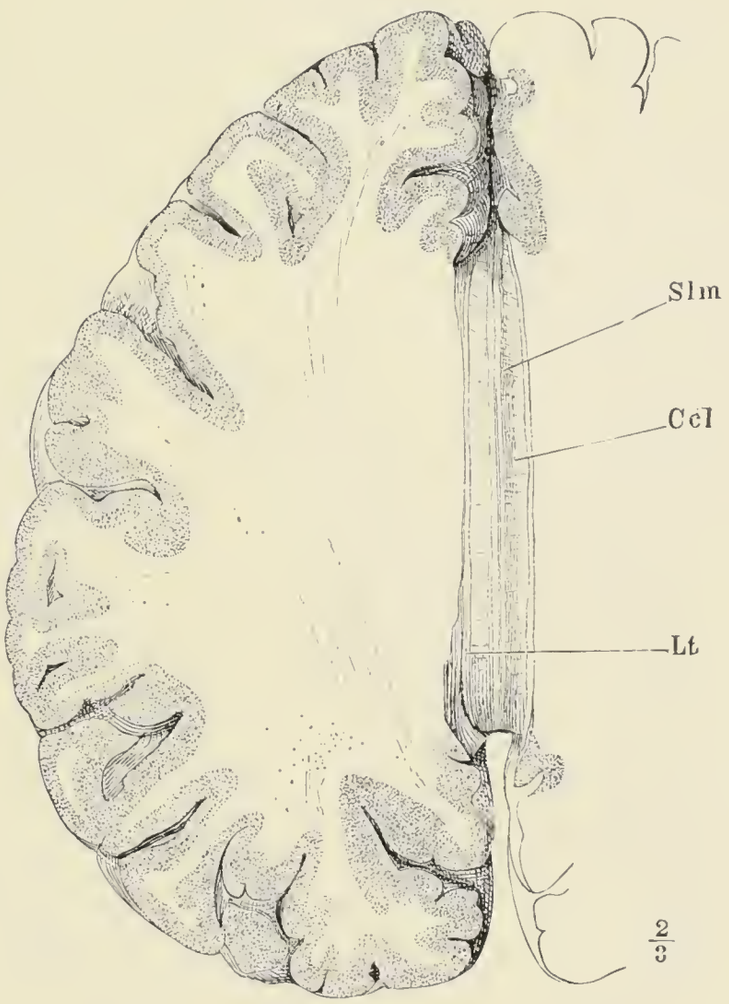


Fig. 37.
Vorderhirn von oben. Die Hemisphären auf das Niveau des Balkens (*C c l* Corpus callosum = Balken) abgetragen. Der weiße Raum zwischen *C c l* und Rinde ist das Centrum semiovale. *S l m* Striae longitudinales mediales. *L t* Striae laterales = Striae longit. Lancisi. Nach Henle.

Der Fornix spaltet sich am vorderen Ende des Corpus wieder in zwei Züge, Columnae fornicis, die als kaudale Verdickung jedes Blattes des Septum pellucidum vor dem Thalamus in die Tiefe ziehen und in dem Grau des Zwischenhirnes an der Hirnbasis ein vorläufiges Ende erreichen. In Fig. 38 ist das Corpus fornicis mit dem Balken weggenommen und nur der frontale und kaudale Abschnitt des Gewölbes sichtbar geblieben.

Wenn Sie die Punkte *F'* und *F''* dieser Figur durch einen sanft über dem Thalamus wegziehenden Bogen verbinden, so haben sie den Verlauf des Fornix wiederhergestellt. An dem medianen Längsschnitte durch ein embryonales Gehirn der Fig. 35 haben Sie sich leicht den Verlauf des Fornix klar machen können. Sie erkennen da, daß er aus der Spitze des Schläfenlappens entspringt, im Bogen das Zwischenhirn überspannt und sich vor diesem zur Zwischenhirnbasis herabsenkt.

Nachdem der Fornix und der an ihm hängende Plexus chorioides durchtrennt und abgeschnitten sind, blickt man in die geöffneten Ventrikel. Der medialst liegende, unpaare ist der Hohlraum des primären Vorderhirns, Ventriculus medius, auch tertius genannt.

An seinem frontalen Ende steigt aus der Tiefe der Fornix auf. Jederseits von Fornix liegt dann die Fortsetzung des Ventriculus medius in die Ventriculi laterales (Foramen Monroi). Der Teil dieses Ven-

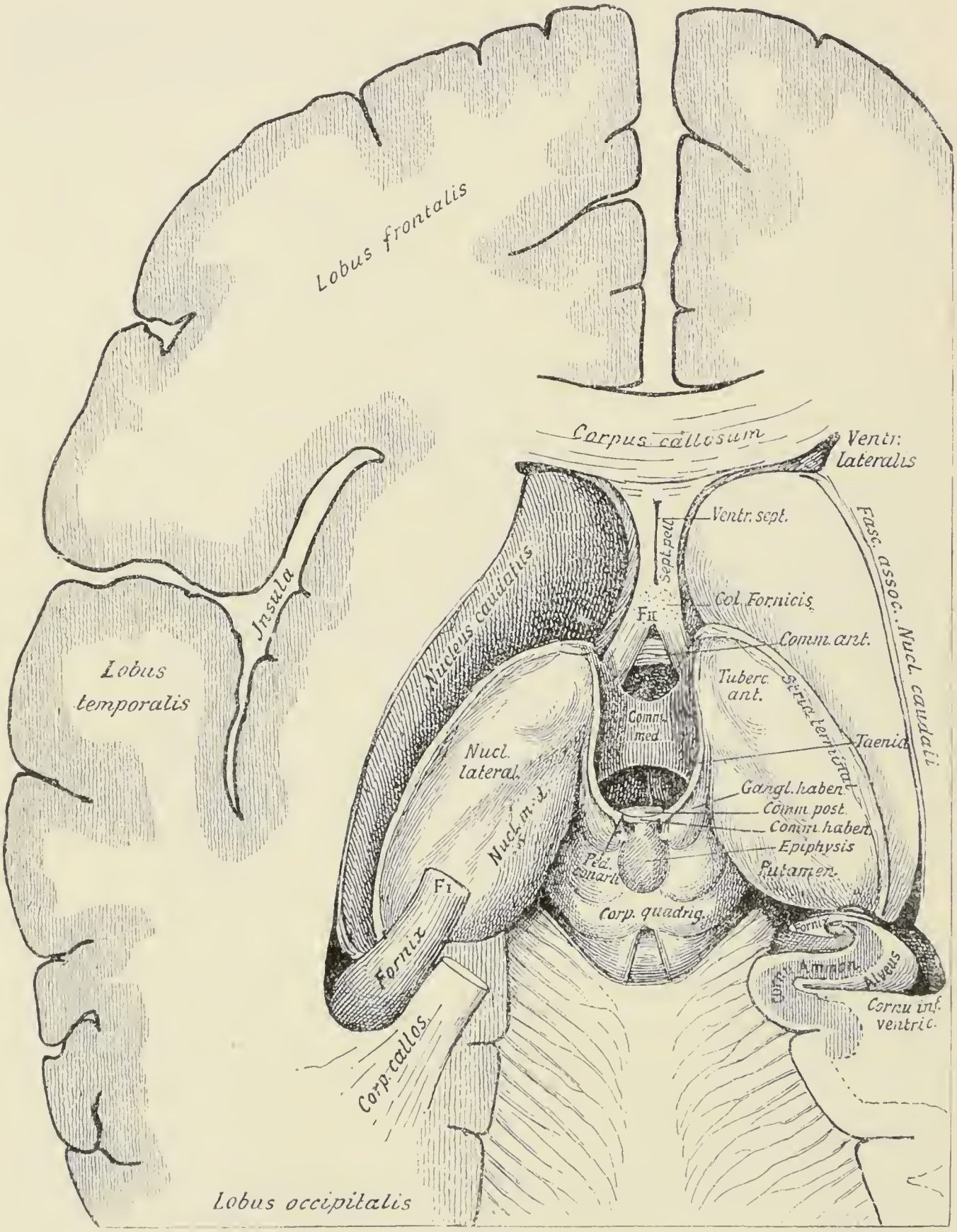


Fig. 38.
Das Gehirn von oben her durch einen Horizontalschnitt geöffnet. Die beiden Hemisphären etwas durch Zug voneinander entfernt.

trikels, welcher im Stirnlappen liegt, heißt Vorderhorn, der im Occipitallappen, Hinterhhorn, der Holraum des Schläfenlappens wird Unterhorn genannt. Sie können leicht den Finger in jedes dieser Hörner einführen.

So lange das Gehirn im Schädel liegt, existieren die Ventrikel normalerweise kaum. Namentlich im Unterhorn und Hinterhorn liegen die Wände so dicht aneinander wie etwa in dem Ösophagus oder der Vagina, wo auch kein größeres Lumen da ist.

Die basalen Gebiete beider Hemisphären sind durch die Commissura anterior untereinander verbunden. Ihr markweißes Faserbündel sehen Sie vor den Fornixschenkeln dahinziehen.

Aus dem Boden des Seitenventrikels erhebt sich der Nucleus caudatus: Das dicke Vorderende nennt man Caput, das ausgezogene dünnere Hinterende Cauda nuclei caudati.

Medial vom Nucleus caudatus liegt das Zwischenhirn. Eine Vene begleitet von einem weißen Faserzug, der Stria terminalis, grenzt das Vorderhirn von den unter dem Namen Thalamus vereinigten Ganglien des Zwischenhirnes ab. Hinter diesen zeigt sich noch das Mittelhirndach, die Corpora quadrigemina und dann noch ein Stück vom Nachhirndache, das Cerebellum. Den vorderen Vierhügeln liegt die Zirbel, Epiphysis auf.

In unserem Präparate ist der Hohlraum zwischen beiden Thalamis, der mittlere Ventrikel, weiter auseinander gezogen als den normalen Verhältnissen entspricht. Sie erblicken dadurch ein graues ihn überquerendes Blatt, die Commissura media und sehen auch deutlich, daß an der Grenze von Vorderhirn und Zwischenhirn nicht nur die Fornixschenkel in die Tiefe treten, sondern, daß da auch neben der Stria terminalis noch ein weißes Band aus der Tiefe taucht, das am medialen Thalamusrande entlang zum Ganglion habenulae zieht. Das Bündel heißt Taenia thalami und bildet einen Zuzug aus dem Riechapparate an der Hirnbasis zum Zwischenhirne. Ein Teil der Taenia zieht, noch andere Fasern aufnehmend, weiter bis hinter das Ganglion habenulae und begibt sich direkt vor der Zirbel auf die andere Seite. Dies Stück von dem Ganglion bis zur Zirbel heißt Pedunculus conarii, weil an ihm die Zirbel aufzusitzen scheint. Die direkt vor der Epiphyse liegende Kreuzung der Bündel wird als Commissura habenularum bezeichnet. Diese Kreuzung liegt direkt dorsal und frontal von der Commissura posterior. Zwischen beiden Commissuren ist nur der dünne Stil der Epiphyse.

An der Oberfläche des Thalamus kann man bald mehr, bald weniger deutlich einzelne Einbuchtungen erkennen, welche Höcker der Oberfläche voneinander scheiden. Diese Höcker entsprechen den Thalamuskernen. Immer nachweisbar ist vorn das Tuberculum anterius, die gewölbte Oberfläche des Nucleus anterior thalami. Auch die Scheidung zwischen einem medialen und einem lateralen Thalamuskerne ist zuweilen ausgesprochen. Medial ist der ganze Thalamus bedeckt vom zentralen Höhlengrau, das auf eine kurze Strecke sich mit dem Grau der anderen Seite zur Commissura mollis vereint.

Die graue Masse des Thalamus ist von weißen Fasern (Stratum

zonale), welche zum Teile aus dem Nervus opticus stammen, überzogen. Einen Hauptendigungspunkt dieses Nerven bildet eine Anschwellung am hinteren Teile des Thalamus, das Pulvinar. In diesem Ganglion und in einem Höcker, der auf seiner Unterseite liegt, dem Corpus geniculatum laterale, verschwindet der größte Teil des Nervus opticus.

Hinter der Zirbel beginnt das Mittelhirndach, als dessen vordersten Teil wir die Commissura posterior ansehen, deren Schenkel durch das Mittelhirn kaudalwärts ziehen. Die hinter dieser Kommissur

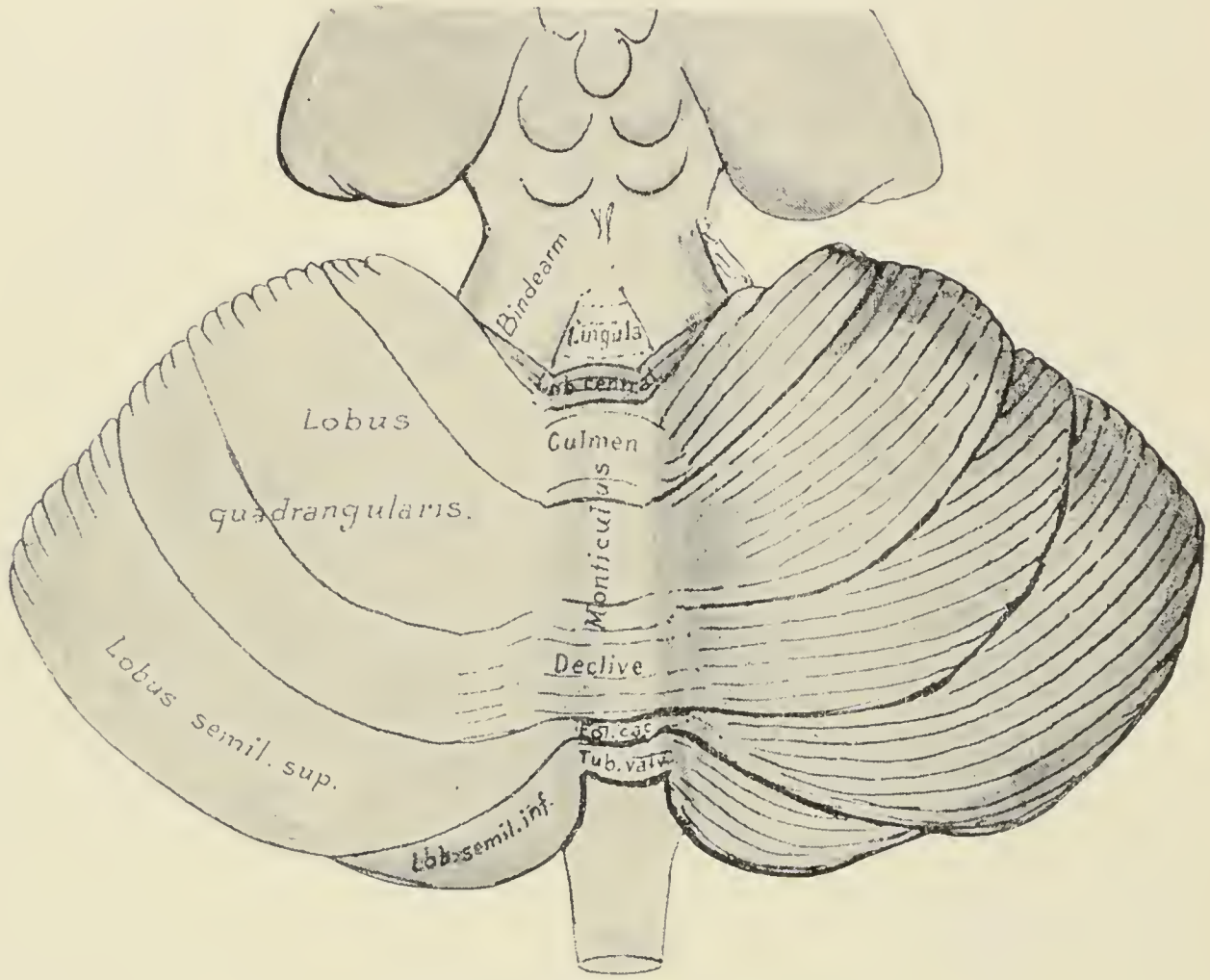


Fig. 39.
Kleinhirn und Rückenmark von oben gesehen.

sichtbar werdenden Vierhügel werden wir später noch genauer kennen lernen.

Das Mittelhirndach mit seinen vier Höckern und die Seitenteile des Mittelhirnes werden, wie manches andere, klarer, wenn wir zwei weitere Verstümmelungen unseres Präparates vornehmen.

Da, wo hinten in Fig. 38, „Fornix“ steht, schneiden wir mit einem kühnen Schnitte jederseits den Occipitallappen weg; das Kleinhirn, Cerebellum, das schon vorher zwischen den Hemisphären sichtbar war, liegt nun ganz frei.

Ein vorläufiges Umdrehen des Präparates belehrt Sie, daß ventral von dem Cerebellum aus dem Großhirne die mächtigen Hirnschenkel herauskommen, daß von sie dicken Fasermassen, der

Brücke, Pons Varoli, überquert werden und daß kaudal von dieser Brücke von der ganzen Faserung nur noch ein mäßig dicker Konus, das verlängerte Mark, übrig ist. Er geht allmählich in das

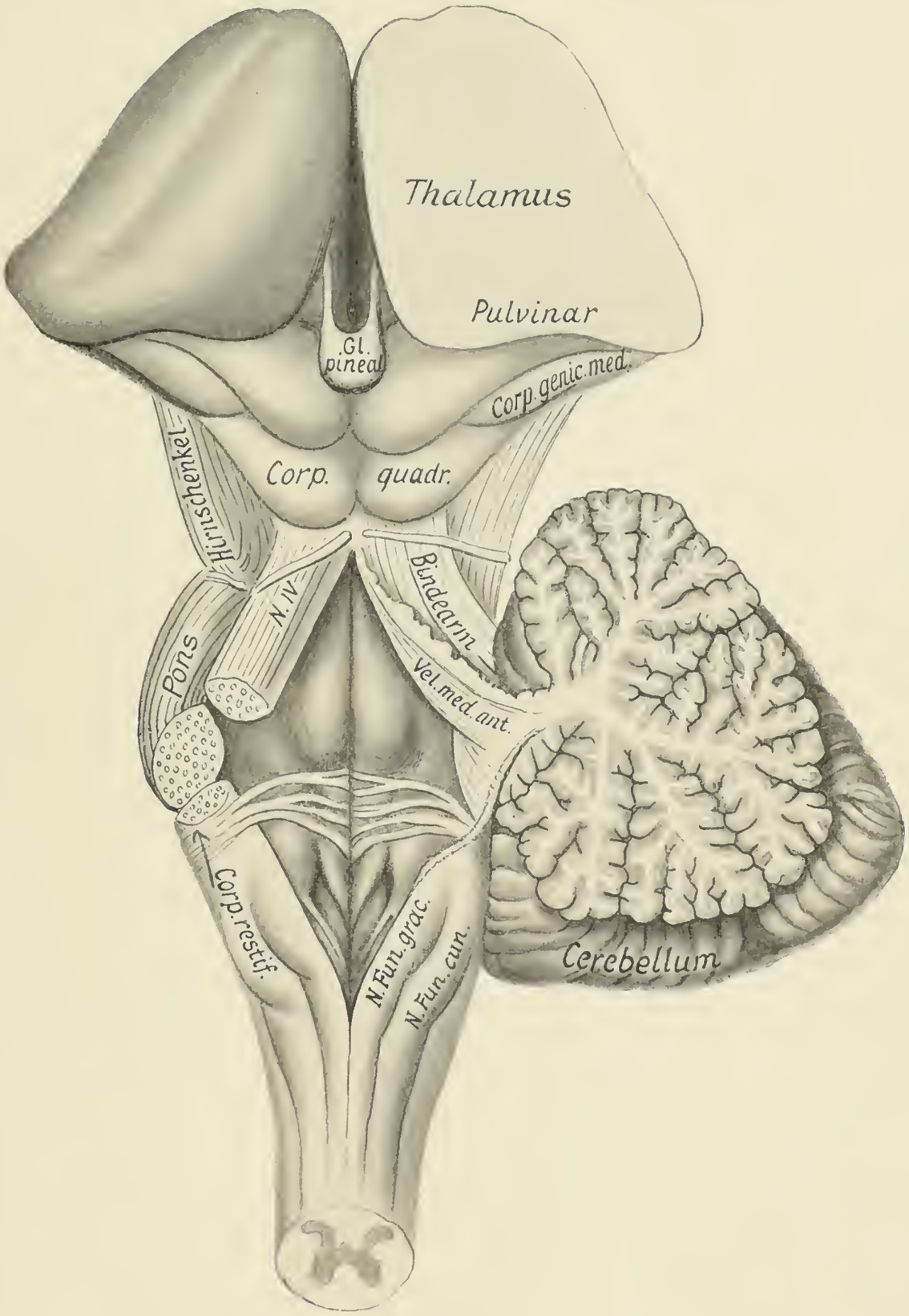


Fig. 40.
Thalamus, Vierhügel und Oblongata nach Abtragung des Kleinhirnes.

Rückenmark über. Wollen wir uns die dorsale Ansicht der Brückengegend und der Oblongata zu Gesicht bringen, so müssen wir das Kleinhirn von ihr abtrennen. Zunächst werden die beiden Schenkel

des in Fig. 38 hinter den Corpora quadrigemina sichtbaren Dreiecks durchtrennt. Es erweist sich, daß sie rückwärts in das Kleinhirn eintreten, dessen „vordere Arme“ sie darstellen. Diese vorderen Arme des Kleinhirns heißen gewöhnlich die Bindearme. Dann gilt es, dicht hinter der Bindearmtrennung jederseits die dicken Faserungen aus der Brücke, die Brückenschenkel oder mittleren Kleinhirnarme zu durchtrennen. Das Cerebellum kann nun etwas gelüftet werden, aber noch hängt es fest zusammen mit einer Fasermasse, die ihm beiderseits aus dem Rückenmarke und der Oblongata zufließt, mit den hinteren Armen, dem Corpus restiforme. Sind auch diese abgetrennt, dann ist der zentrale Hohlraum des Gehirnes, welcher uns unter der Epiphyse in Fig. 38 dadurch unsichtbar geworden war, daß die Vierhügel ihn von oben her abschlossen, wieder eröffnet. Er ist an der frontalen Abtrennungsstelle unter den Bindearmen noch enge, aber er erweitert sich schnell zu einer rautenartigen Grube, der Fovea rhomboidalis oder dem Ventriculus quartus. Der Boden dieser Grube ist grau, aber mannigfache weiße Linien überziehen ihn oder scheinen durch das Grau hindurch, mannigfache Höckerchen machen die Oberfläche uneben. Sie alle entstehen dadurch, daß in dem Gebiete, welches jetzt sichtbar geworden, mächtige Nerven, die Kopfnerven, enden oder entspringen. Die hellen Querfasern, welche Sie sehen, sind z. B. zentrale Hörbahnen aus den Hörnervenkernen. Etwa da, wo das kaudale Kleinhirnende gelegen hatte, verengert sich der vierte Ventrikel wieder. Die nähere Untersuchung zeigt Ihnen, daß vom Kleinhirne, seinem Dache, ein feines, dünnes, vielgefaltetes Blatt ausgeht, welches nun sein Dach, das Ventrikeldach, bildet. Dieses Velum medullare posticum setzt sich an dicke Nervenmassen beiderseits und kaudal an, unter welchen dann der zum feinen, rundlichen Spalte gewordene Ventrikel verschwindet. Er wird zum Zentralkanale des Rückenmarkes. Die dicken Gewebsmassen gehören zum guten Teile noch dem verlängerten Marke an, aber sie gehen allmählich in die Dorsalpartie des Rückenmarkes über. Aus dem langen Strange des Rückenmarkes entspringen dann die sämtlichen Nerven für den Hals, den Rumpf und die Extremitäten.

Drehen Sie jetzt das Gehirn um, und suchen Sie Rückenmark und Oblongata auf, Fig. 41. Am frontalen Ende der Oblongata überqueren die dicken Fasermassen der Brücke, Pons, ihre Faserung und hirnwärts von der Brücke tauchen diese Fasern, vermehrt um neue, die zu den Brückenganglien in Beziehung stehen, wieder auf. Sie bilden zwei mächtige Bündel, die Pedunculi cerebri, und enthalten alles, was zwischen Großhirn und kaudaleren Hirnteilen als Leitungsbahn einherzieht. Diese Pedunculi tauchen dann nach kurzem Verlaufe in der Masse des Großhirnes ein. Auf unserer Abbildung ist das nicht zu sehen, weil gerade über die Einsenkungsstelle sich das mächtige Bündel des Tractus opticus hinzieht. Es stammt aus

Ganglien kaudal am Thalamus, von denen eines, das Pulvinar, eben sichtbar wird. Die Tractus optici vereinen sich vorn zu dem Chiasma und in dieses treten die Nervi optici aus dem Auge ein. Das graue Dreieck zwischen den Hirnschenkeln ist der Boden des dritten Ventrikels. Hier liegen zwei weißliche kleine Halbkugeln, die Corpora mamillaria, und vor ihnen senkt sich der Hirnboden zu der Aus-

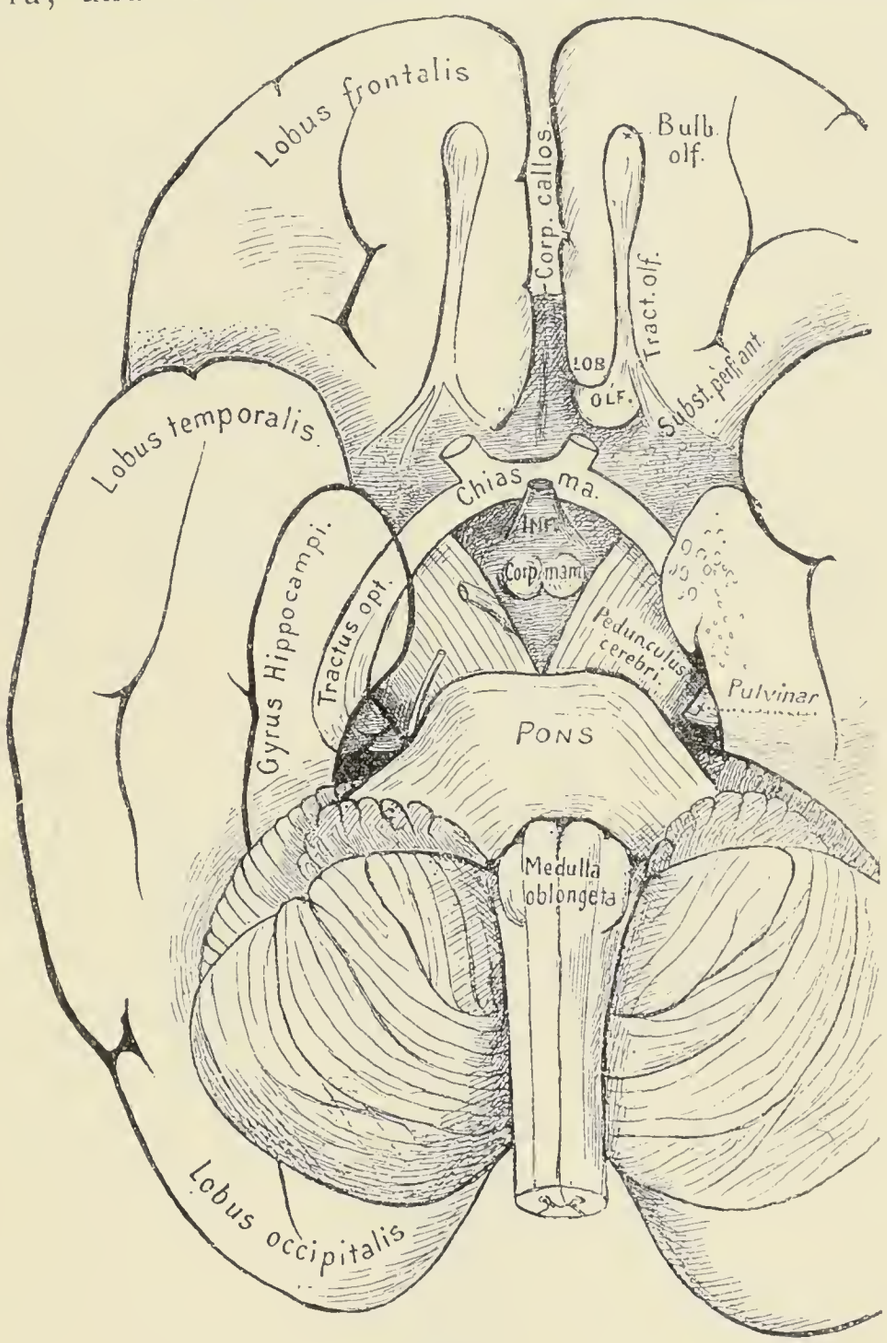


Fig. 41.

Die Basis des Gehirnes, der linke Lobus temporalis zum Teil durchsichtig gedacht, um den ganzen Verlauf des Tractus opticus erkennen zu lassen.

stülpung des Infundibulum. Seine Spitze, ebenso wie die Hypophysis, welche jene umfaßt, ist hier abgeschnitten, aber auf Fig. 43 sehen Sie die ganze Anordnung.

Vor dem Chiasma senkt sich die embryonale Schlußplatte herab zur Hirnbasis. Sie ist von den Balkenfasern durchquert. Von dem Hemisphärenhirn erblickt man an der Basis den Occipital-, den Temporal- und den Frontallappen.

Vor dem Tractus, nach außen vom Chiasma, liegt dicht unter dem vorderen Teil des Corpus striatum die Substantia perforata anterior, eine graue, von zahlreichen Piagefäßen durchbrochene Masse. Vor ihr beginnt das Gebiet des Lobus olfactorius. Die Riechfaserung aus dem Bulbus olfactorius überzieht diesen und endet nahe der Spitze des Schläfenlappens, in feine Bündel aufgeteilt, im ventralen

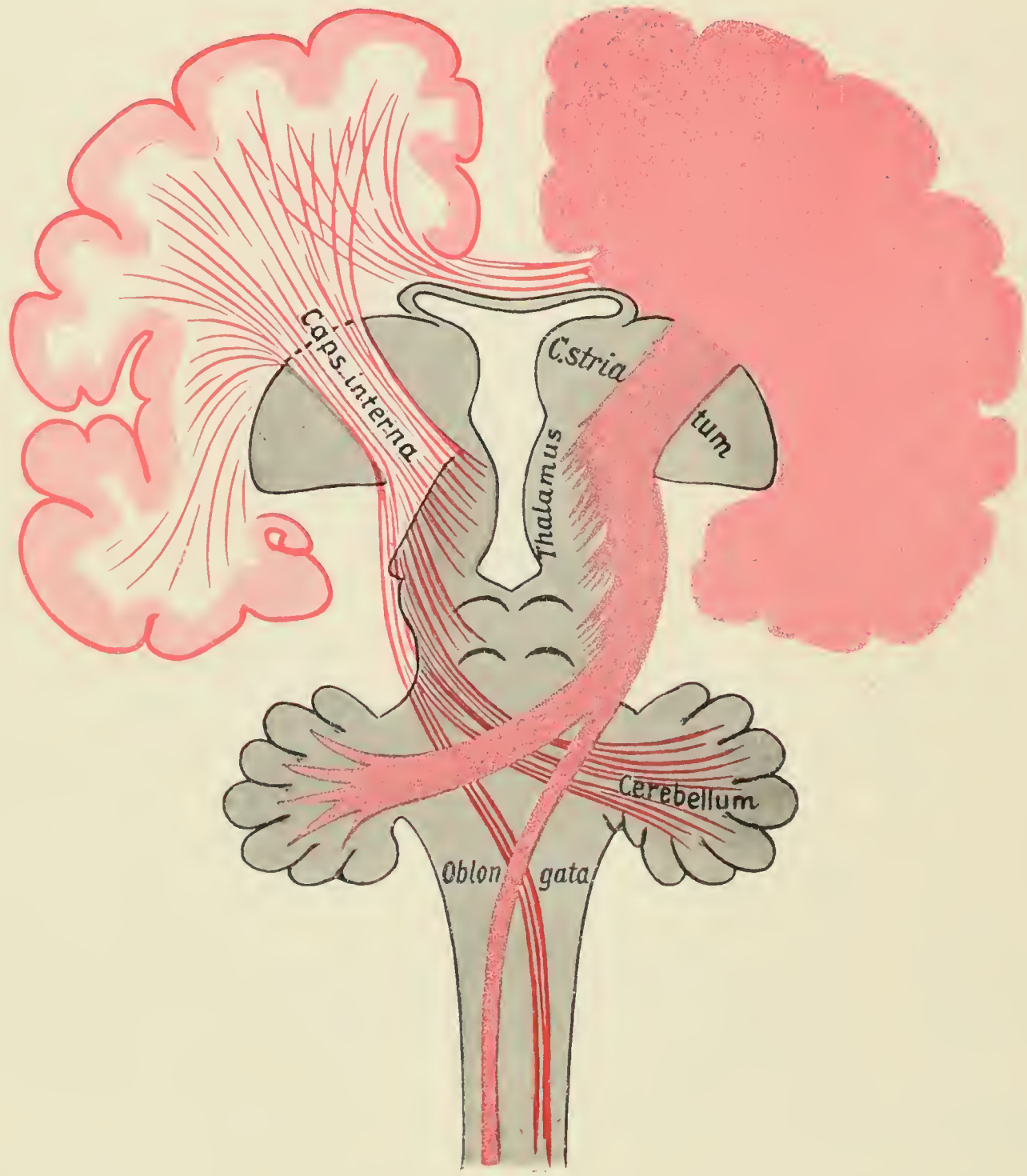


Fig. 42.
Das Neencephalon (rot) und das Palaeencephalon (grau) des Menschen. Die neencephalen Bahnen dringen in einzelne Teile des Palaeencephalon ein.

Vorderhirngebiete. Bei den Säugern, besonders bei den niederen, liegen hier mächtige Gehirnteile, die Riechlappen. Bei dem Menschen sind sie so atrophiert, daß wenig mehr als diese weiße Strahlung, welche die Riechlappen überzieht, übrig geblieben ist. Man bezeichnet diese als Tractus olfactorii.

Was ich Ihnen ohne wesentliche Verstümmelung des Gehirnes zeigen konnte, habe ich jetzt gezeigt.

Es wird nun zweckmäßig sein, wenn wir, ehe wir weiter schreiten, noch einige früher nur kurz behandelte Verhältnisse näher betrachten und speziell, wenn wir untersuchen, wie am menschlichen Gehirne das Verhältnis von Palaeencephalon zu Neencephalon sich gestaltet hat. Dadurch wird dasjenige, was ich nachher auf einem Schnitte durch das Gehirn zu demonstrieren habe, leicht verstehbar und es wird auch mehr Leben gewinnen.

Die reich gefaltete Oberfläche der Hemisphären ist identisch mit dem, was Sie in einer der früheren Vorlesungen als Neencephalon kennen gelernt haben, also mit dem Hirnteil, der erst spät in der Tierreihe auftretend nur allmählich Anschluß an die übrigen Hirnzentren, an die Teile des Palaeencephalon gewinnt. Diesen Anschluß erreicht er durch eine sehr reiche Faserung, die beim Menschen so reich und dicht ist, daß sie im wesentlichen all das ausmacht, was Sie bei der heutigen Demonstration als Markweiß der Hemisphären gesehen haben. Ein Teil ihrer Strahlung dringt nun in den Thalamus von der Seite her ein, ein andrer geht in die Ursprungszentren der Ganglien, wo der Sehnerv endet und in die Vierhügel. Was dann noch übrig ist, tritt frei an der Ventralseite des Gehirnes zutage — es sind die Hirnschenkel — und zieht dann zu weiter kaudal liegenden Teilen des Palaeencephalon. Viel von ihm bleibt in der Brücke und die letzten Ausläufer enden dann im Rückenmarke.

Es enthalten also alle Teile des Palaeencephalons bei dem Menschen schon neencephale Anteile, die in sie hineinwachsen.

Die Hirnschenkel und die Brücke haben Sie bei dem Studium der Hirnbasis vorhin kennen gelernt, aber die Beziehungen dieser ganzen Faserung innerhalb des Vorder- und Zwischenhirnes sind eigentlich nur an dem Schema und an Schnitten zu verstehen. An Figur 42 sehen Sie auch, wie die Vorderhirnfaserung, um überhaupt in ihrer Masse austreten zu können, das Striatum mitten durchbrechen muß. Diese Faserung nennt man Capsula interna; der lateral in die Tiefe des Gehirnes geratende Anteil des Corpus striatum wird Nucleus lentiformis genannt; den medialeren, den Nucleus caudatus kennen Sie bereits. Figur 38 zeigt auch, daß in etwas kaudaleren Ebenen die abwärts ziehende Neencephalonfaserung zwischen Nucleus lentiformis und Thalamus geraten muß. Auch dieser Abschnitt wird zur Capsula interna gerechnet.

Jetzt sind Sie soweit, das Bild verstehen zu können, das ein Frontalschnitt durch das Vorderhirn und Zwischenhirn bieten muß. Lassen Sie uns einen solchen anlegen. Fig. 43.

Da haben wir zunächst die beiden Hemisphären, unter sich verbunden dorsal durch das Corpus callosum und ventral durch den grauen Boden des Zwischenhirnes. Die atrophische Innenwand unter

dem Balken, das Septum pellucidum mit dem Rest des Hemisphärenspaltes, dem Ventriculus Septi, ist sofort erkennbar, auch die Fornixsäulen, die kaudal vom Septum den Rand der Vorderhirnhemisphäre begrenzen, sind gut sichtbar. Sie tauchen da, wo sie angeschnitten sind, aus ihrer Lage dicht unter dem Balken hinab in die Tiefe des Zwischenhirnes.

Beiderseits von diesen dicken Bündeln führt das Foramen Monroi aus dem mittleren gut sichtbaren Ventrikel zwischen den Thalamis zu dem Seitenventrikel. Dieser wird lateral begrenzt vom Corpus striatum. Gerade hier sehen Sie, wie das Corpus striatum von den dicken Faser-

Fig. 43.
Frontalschnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. Erklärung im Text.

massen der inneren Kapsel durchbrochen und anscheinend in zwei Ganglien geteilt ist. Im Linsenkerne, also in dem lateralen Teile des Corpus striatum, unterscheiden Sie leicht drei Abteilungen; nur das äußere dieser drei Glieder, das dunkler gezeichnete, Putamen genannt, ist gemeinsam mit dem Schwanzkerne als Ursprungsgebiet von Fasern bekannt. Die beiden inneren (Globus pallidus) sind in ihrer Bedeutung noch unklar. Nach außen von dem Linsenkerne liegt noch eine dünne graue Masse in der Hemisphärenwand, die Vormauer, Claustrum. Der Raum zwischen ihr und dem Linsenkerne heißt

Capsula externa. Weiter lateral folgt dann die Rinde der Insel. Die graue Masse am Boden des mittleren Ventrikels gehört der Wand des Infundibulums, dem Tuber cinereum an. Man bezeichnet sie und ihre Fortsetzungen als zentrales Höhlengrau. Da, wo dieses und die Rinde des Schläfenlappens aneinander grenzen, liegt ein großer rundlicher Kern, der Nucleus amygdalae, Mandelkern. Er steht wahrscheinlich in Beziehung zu dem Ursprungsapparate des Riechnerven. Aus der Gegend des Mandelkernes, wahrscheinlich aus dem Kerne selbst, entspringt ein Teil der Faserbündel, die als Taenia semicircularis auf der Grenze zwischen Thalamus und Schwanzkern dahinziehen.

Aus vergleichend anatomischen Erfahrungen wissen wir, daß die horizontale Partie der Abbildung zwischen Trichter und Mandelkern ein beim Menschen sehr atrophiertes Rindengebiet ist. Man bezeichnet sie als Area parolfactoria.

Zwischen den Fornixschenkeln sehen Sie in Fig. 38 die vordere Kommissur. Ihre Fasern krümmen sich, indem sie durch das Corpus striatum treten, nach rückwärts. So kommt es, daß wir in Fig. 43 dicht unter dem äußeren Gliede des Linsenkernes, ihrem Querschnitte nochmals begegnen.

Wir wollen in den folgenden Vorlesungen alle die heute geschilderten Teile näher betrachten. Das kann aber nur dann mit wirklichem Nutzen geschehen, wenn Sie sich mit dem, was ich heute besprochen, am Präparate selbst durchaus vertraut machen.

Am besten ist es, wenn Sie sich zwei Gehirne verschaffen, die an der Arteria basilaris in einer Lösung von 1 Formol zu 10 Wasser aufgehängt werden. Binnen wenig Tagen sind sie genügend hart geworden, um alle Schnitte und Abtrennungen, welche hier vor Ihnen ausgeführt worden sind, leicht zu ermöglichen. Machen Sie auch einfache Skizzen von dem, was Sie gesehen. Man kann dieses Zeichnen sich dadurch erleichtern, daß man eine Glasplatte auf drei Wassergläser stellt und unter ihr das Gehirn in feuchte Watte festlegt. Mit Feder und Tusche werden dann die auf der Platte sichtbaren Umrisse umfahren. Man hat nur Sorge zu tragen, daß Auge, Feder und zu zeichnender Punkt immer tunlich in einer Senkrechten übereinander bleiben. Andernfalls würden zu große perspektivische Verzerrungen entstehen. Die Zeichnung wird mit Pauspapier aufgenommen. Das Pauspapier klebt man dann auf weißen Karton und vollendet nach dem Präparate selbst die Zeichnung.

Ich kann Ihnen, meine Herren, nicht eifrig genug empfehlen, so zu verfahren und sich durch eigene Präparation zu orientieren. Die Darstellung durch Bild und Wort wird Ihnen hierbei wohl einen festen Anhalt geben, sie kann aber nie das ersetzen, was durch das Studium am frischen Präparate gewonnen wird. Steht kein Menschenhirn zur Verfügung, so kann auch ein Kalb- oder Ochsenhirn zunächst orientieren. Nur die Hemisphären und die Riechlappen sind da wesentlich von den menschlichen unterschieden, die anderen Teile weichen nur wenig von dem oben Beschriebenen ab.

Sechste Vorlesung.

Nerven, Wurzeln, Spinalganglien.

M. H.! Die peripheren Nerven führen bekanntlich motorische und sensible Fasern gemischt in ihrem Stamme. Nahe am Rückenmarke trennen sich diese aber voneinander.

Das Stämmchen, welches die motorischen Fasern enthält, geht direkt als vordere Wurzel in das Rückenmark hinein. Fig. 44.

Die sensiblen Fasern senken sich in das Spinalganglion. Fig. 44.

In den Spinalganglien liegen große Zellen, die zuweilen zwei, meistens aber nur einen Ausläufer haben. Ist nur einer da, so teilt er

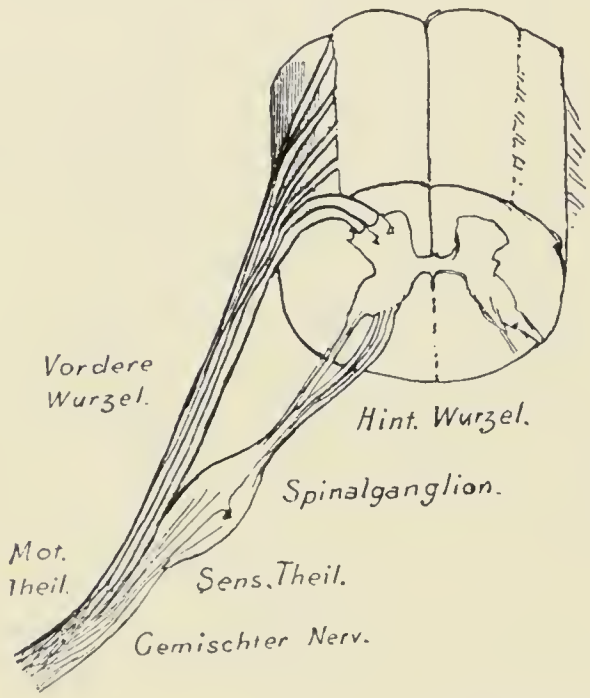


Fig. 44.
Schema der Beziehungen zwischen Rückenmark und Nervenwurzeln.

Fig. 45.
Schema der Wurzelzellen in einem Spinalganglion. Um die Zelle rechts zweigt eine Sympathicusfaser auf.

sich aber (Ranvier) bald nach seinem Abgange von der Zelle in zwei, so daß also auch hier schließlich zwei Zellfortsätze vorhanden sind. Fig. 45.

Durch eine lange Reihe der exaktesten Degenerationsversuche, durch unzählige Durchschneidungen von Nerven oder Wurzeln ist nun sicher nachgewiesen, daß der eine Fortsatz in den Nerven, der andere in das Rückenmark als Wurzelfaser eintritt.

Das Spinalganglion wird dann noch von einigen Rückenmarkfasern direkt durchzogen und um viele seiner Zellen splittern sich Axenzylinder auf, die wahrscheinlich aus dem Sympathicus

kommen. Die Zellen sehen nicht alle gleichartig aus, es gibt offenbar auch solche, deren Axenzylinder überhaupt in keinen Nerven tritt, vielmehr im Ganglion selbst sich um dessen Wurzelzellen verzweigt. Eine Kapsel von platten „Scheidenzellen" umschließt jede Wurzelzelle.

Wenn die Spinalganglien erkranken, wird sehr oft außer lebhaften Schmerzen im Bereiche der betreffenden Wurzel noch ein Herpesausbruch gefunden. Zahlreiche Beobachtungen haben dies bewiesen. Physiologische Beobachtungen sprechen dafür, daß irgendeinem in den Spinalganglien enthaltenen Element vasomotorisch tropische Einflüsse auf die Haut und die Muskeln zukommen. Vielleicht sind hier die sympathischen Fasern in Betracht zu ziehen, die massenhaft die Zellen umstricken. Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß wir starke Veränderungen der Spinalganglien bei Tabes u. a. kennen gelernt haben, welche ohne Herpes oder dergleichen verlaufen. Wahrscheinlich führen nur akute Erkrankungen zu Herpes.

Zwischen Spinalganglion und Rückenmark entfaltet sich sowohl die sensible, als die motorische Wurzel in eine Menge kleiner Faserstämmchen, „Wurzelfasern", die auf eine lange Strecke in das Rückenmark eintreten, die sensiblen Fasern auf der Rückseite, die motorischen auf der Vorderseite in einen etwas seitlich liegenden Längsspalt. Die Zahl dieser Bündelchen ist nicht gleich für alle Wurzeln und ist auch bei verschiedenen Individuen öfters eine verschiedene.

Da, wo starke Wurzeln, aus den Extremitäten kommend, herantreten, schwillt das Mark etwas an. Die Intumescentia cervicalis nimmt die Armnerven, die Intumescentia lumbalis die Beinnerven auf. s. Fig. 46. Die schmalste Stelle des Rückenmarkes gibt den Interkostalnerven Ursprung. Das unterste, kegelförmig endende Stück des Markes heißt Conus terminalis; aus ihm entspringt außer den Nerven ein langer, dünner Fortsatz, das Filum teriminale.

Ein Blick auf die Figur 46 zeigt, daß auf die größere Länge des Rückenmarkes hin in ziemlich gleichen Abständen, die auch ziemlich gleichlangen Wurzeln abgehen. Jede setzt sich aus einem dorsalen sensiblen und einem ventralen motorischen Abschnitte zusammen. Vom ersten Lendensegmente ab ändert sich das etwas. Die Wurzeln werden länger, verlassen nicht nahe ihrer Ursprungshöhe den Wirbelkanal, ziehen vielmehr zu weiter kaudaler gelegenen Austrittspunkten. Je weiter man rückwärts untersucht, um so länger werden diese Wurzelfasern. Sie bilden, wenn etwa in der Höhe des 1.—2. Lumbalwirbels das Rückenmark zu dem dünnen Faden des Filum terminale sich verdünnt hat, einen mächtigen Büschel, die Cauda equina.

Es ist aus praktisch diagnostischen Gründen wichtig, sich diesen langen intravertebralen Verlauf der letzten Wurzeln vor Augen zu halten. Der zweite Sakralnerv z. B., welcher erst aus dem zweiten Foramen sacrale austritt, muß, um von seinem Ursprung in der Höhe des ersten Lumbalwirbels dahin zu gelangen, eine Strecke von 14 cm durchziehen. Da in der Cauda equina keine Plexusbildung stattfindet, liegen natürlich die sensorischen Wurzeln alle vereint dorsal, die motorischen ventral. Auch das ist praktisch wichtig.

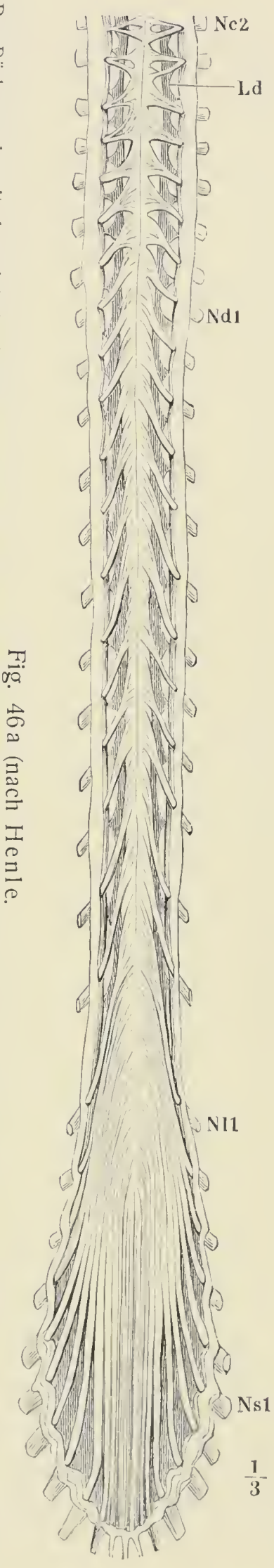


Fig. 46a (nach Henle.
Das Rückenmark mit den eintretenden Nervenwurzeln von vorn. Die Stämme treten durch die Dura mater und entfalten sich dann fächerförmig am Mark entlang. Zwischen Dura und Rückenmark liegt ein gezahntes Aufhängeband, das Ligamentum dentatum *L d*. *Nc* 2 Nervus cervicalis II, *Nd* 1 Nervus dorsalis I, *Nl* 1 Nervus lumbalis I, *Ns* 1 Nervus sacralis I.

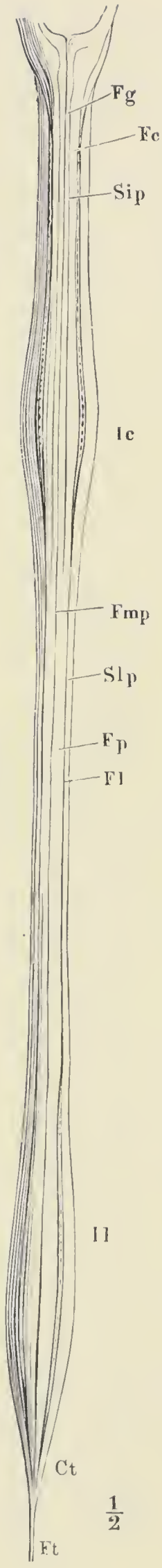


Fig. 46b.
Ein Rückenmark, dessen Nervenwurzeln abgetrennt sind, von hinten. Man beachte die beiden Anschwellungen Intumescentia cervicalis *Ic* und lumbalis *Il*. Durch den hinteren Längsspalt *F m p* sind die Hinterstränge *F p* geschieden. Im Halsmarke trennt eine Furche *Sip* Sulcus interm. post. diese Stränge in *Fg* Funiculus gracilis und *Fc* Funiculus cuneatus. *Fl* Funiculus lateralis. *Ct* Conus terminalis. *Ft* Filum terminale.

Bekanntlich tritt bald nach Bildung der Nerven für die meisten derselben ein Faseraustausch mit benachbarten Nerven, eine Plexusbildung ein. Erst aus dem Plexus geht dann der gemischte Nerv hervor. Dieser enthält dann Elemente aus motorischen und rezeptorischen Wurzeln.

Lange Jahre hindurch haben sich zahlreiche Forscher mit der Frage beschäftigt, ob etwa den einzelnen Wurzeln bestimmte Hautbezirke oder auch bestimmte Muskeln angehörten, und welches Gesetz der Faserverteilung in der Peripherie zugrunde liege. Es hat sich gezeigt, daß jeder Wurzel ein ganz bestimmtes peripheres Areal zugehört, daß ihre Fasern dieses Areal aber nicht direkt, sondern meist durch ganz verschiedene Nerven erreichen. Das wird durch die Plexusbildung erreicht (s. Fig. 47). So deckt sich also das Wurzelareal nicht mit demjenigen der Nerven; der Ausfall einer Wurzel erzeugt Störungen in Gebieten, die mehreren

Nerven angehören und der eines sensiblen Nerven trifft Felder, die von mehreren Wurzeln her versorgt sein mögen.

Angenommen, Sie fänden bei einem Patienten die ganze Außenseite des Armes, von der Schulter bis zum Daumen unterempfindlich. Dieses Gebiet wird von drei Nerven, dem Axillaris, dem Cutaneus medius und unten vom Palmaris medius versorgt. Wären alle diese Nerven erkrankt, dann würde auch ihr übriges Innervationsgebiet, das medianer liegt, mitgelitten haben; das lange Feld kann also nicht durch die Unterbrechung jener Nerven empfindungsgestört sein. Wir wissen aber, daß es ausfällt, wenn die fünfte Cervikalwurzel leidet. Die Diagnose wird also auf Erkrankung dieser Wurzel mit Leichtigkeit zu stellen sein. Nur diejenigen Anteile der drei Nerven, welche aus jener Wurzel stammen, innervieren es, die anderen Teile der gleichen Nerven — sie stammen aus der sechsten Cervikalwurzel — innervieren ein medianer liegendes Feld an der Volarseite des Ober- und Unterarmes.

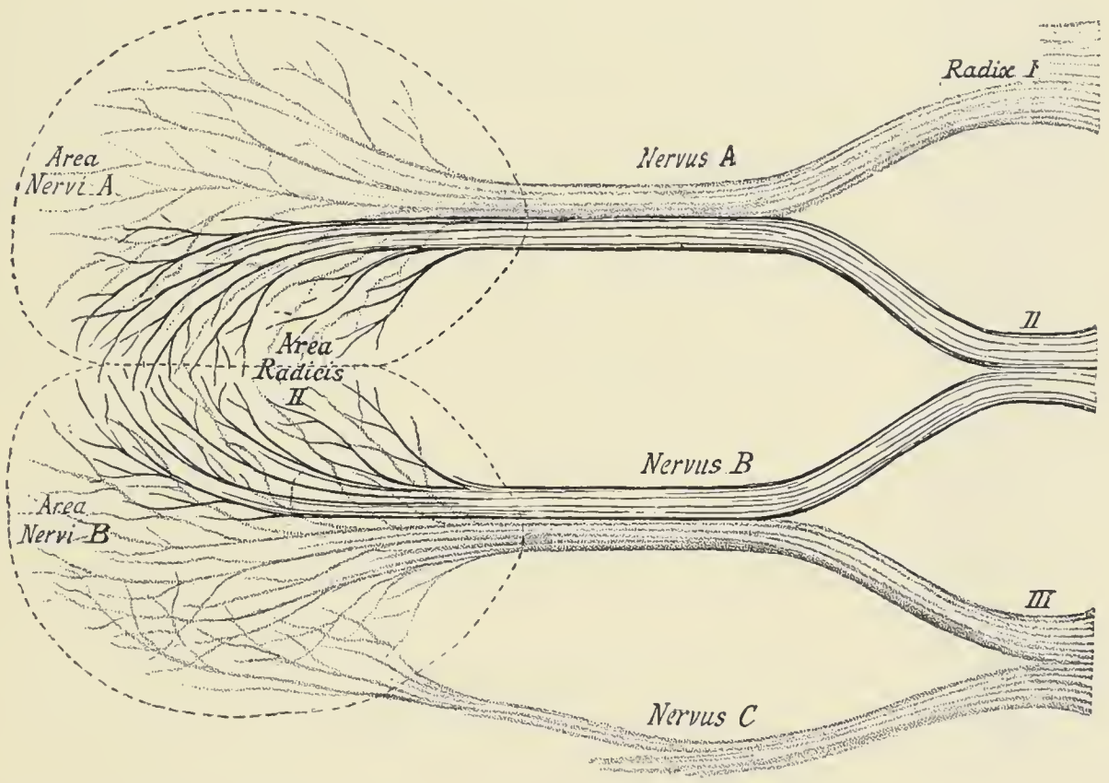


Fig. 47.
Schema der Innervation eines Hautbezirkes. Man beachte: Nervenareal, Wurzelareal, Überdecken der Wurzelareale.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns leicht, diese Verhältnisse gut verstehen.

Der frühe Embryo besteht aus einer Reihe hintereinander liegender Metameren. Die Abschnitte des Zentralnervensystems, welche diesen Metameren entsprechen, heißt man Neuromeren. Jedem Neuromer sind zwei dorsale und zwei ventrale Wurzeln zugeordnet.

Diese versorgen die Haut, die Knochen und die Muskeln nur des betreffenden Körperabschnittes, das Dermatom, das Sklerotom und Myotom. Wie immer in der späteren Embryonalzeit auch die Plexusbildung in den peripheren Nerven ausfallen mag, die Endäste der aus dem Neuromer entspringenden Fasern

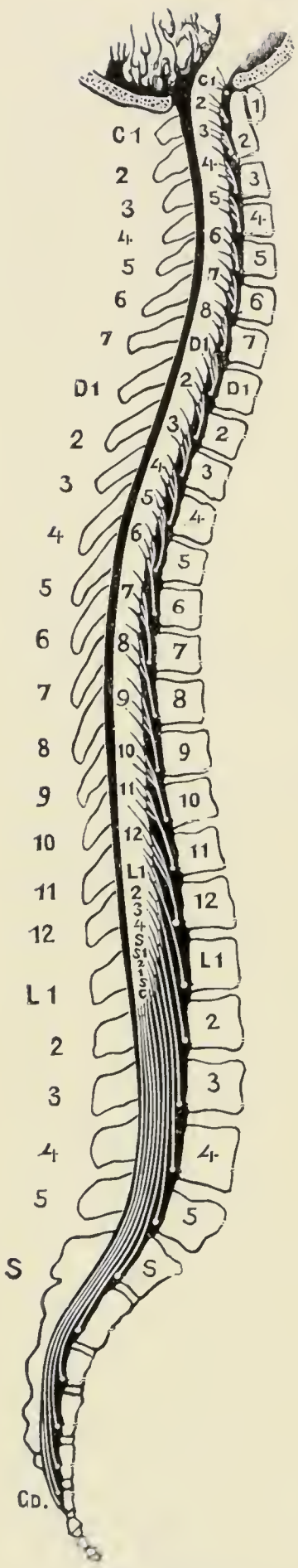


Fig. 48.
Lage der einzelnen Rückenmarkssegmente zur Wirbelsäule, nach Gowers.

treffen sich alle wieder direkt oder auf verschiedenen Wegen ankommend in seinem Dermatom, Sklerotom und Myotom. Bolck.

Auf mehreren Wegen hat man versucht, die Wurzelbezirke für die Haut, die Dermatome, festzulegen. Einmal durch genaue Sensibilitätsuntersuchungen an Menschen mit unterbrochenem Rückenmark. Es sind allmählich so viele Leitungsstörungen in den mannigfachsten Wurzelhöhen bekannt geworden, daß man, sie zusammenstellend, zu einem Übersichtsbilde kommen konnte. Dann hat man untersucht, wie sich der Ausfall gestaltet, wenn einzelne Wurzeln durchschnitten werden. Zunächst zeigte sich, daß kaum Gefühlsausfall eintrat. Das konnte nur daher rühren, daß die anliegenden erhaltenen Wurzeln das Nachbargebiet bis zum gewissen Grade mit innervieren, daß die Wurzelreale an den Rändern einander überdecken. Deshalb hat Sherrington zahlreiche Wurzeln durchschnitten und nur eine mitten darunter intakt gelassen. Ihr Areal war dann leicht festzustellen, da es ja von überdeckenden Bezirken freigemacht war. Bei Tieren sowohl als beim Menschen ist das Überdecken der Dermatome durch die nächst anliegenden in verschiedenen Arealen verschieden. Einzelne Dermatome werden von 2, andere von 3 und 4 Nachbardermatomen überdeckt, so daß immer nur das Zentrum wesentlich von der zugehörigen Wurzel innerviert ist. Fig. 47.

Ist nun auch für das feinere Detail hier noch sehr viel zu schaffen, so kann man doch heute ein ziemlich übersichtliches Bild der Segmentinnervation der Haut zeichnen. Auf der Fig. 49 und 50 habe ich zusammengestellt, was sich mit einiger Sicherheit aussagen läßt. Die Linien geben den Verlauf der Neurotome an. Zu beiden Seiten derselben ist das Segmentareal gelegen. Die Anordnung ist leicht zu behalten, wenn Sie von den Sakralnerven ausgehen. Sie sehen dann sofort, warum die Kreuzbeingegend von den letzten Sakralwurzeln, die Hinterseite des Beines von den höher liegenden Sakralnervenwurzeln versorgt werden muß, wie sich die Lumbalwurzeln in die Innervation der Vorderseite teilen und wie sich hieran die Wurzeln der Dorsalnerven anreihen. Durch diese Anordnung kommt es dazu, daß in einer bestimmten Linie jeder Extremität Wurzelfelder sich treffen, die nicht benachbarten, sondern weit auseinander liegenden Rückenmarkshöhen entstammen. Man hat sie die Richtungslinien genannt.

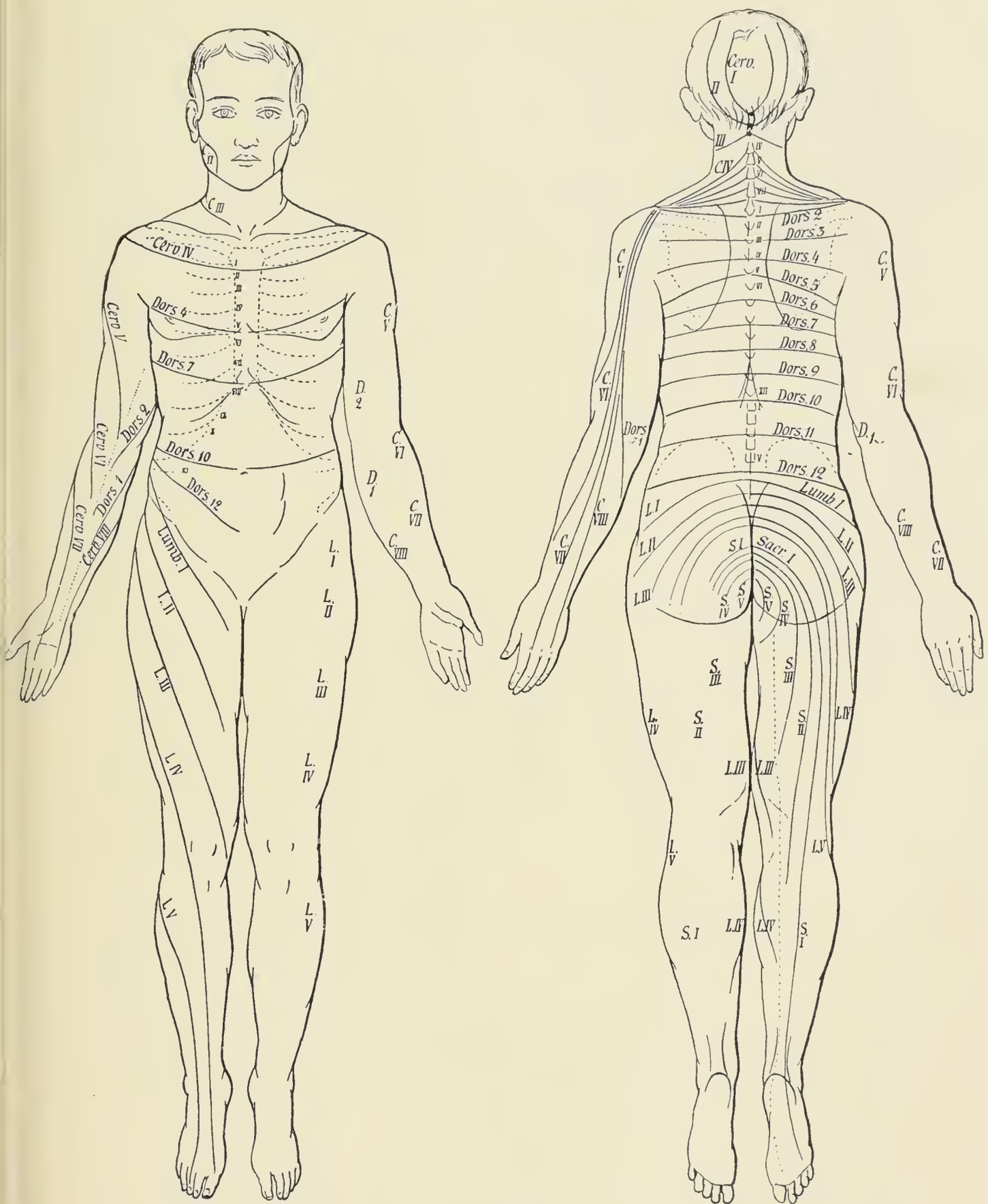


Fig. 49.
Die Wurzelinnervation der Haut.

Nur die Kenntnis des Wurzelareals ermöglicht es, die Höhe festzustellen, in welcher, etwa durch einen Tumor, das Rückenmark unterbrochen ist. Dann wird zunächst die Grenze der eingetretenen Anästhesie scharf be-

stimmt. Über ihr liegt gewöhnlich eine hyperästhetische, oft schmerzende Zone. Man ersieht leicht aus den Abbildungen, welches Wurzelareal das höchste ausgefallene ist. Es entstammt seine Innervation dem nächsthöheren Segmente. War also z. B. das Areal der achten Dorsalwurzel und alles, was unterhalb derselben liegt, anästhetisch, so hat man die Läsion in der Höhe des siebenten Segmentes zu suchen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es immer zweckmäßig ist, noch ein Segment höher die Läsion anzunehmen. Das wäre also das sechste Segment. Ein Blick auf die hier beigegebene Gowerssche Fignr 48 zeigt, daß dieses sechste Rückenmarkssegment dem fünften Dornfortsatz der Brustwirbelsäule gegenüberliegt. An diesem also ist, falls man zu einer Operation sich entschließt, der Wirbelkanal zu öffnen. Es ist namentlich Horsleys Verdienst, wenn wir heute wissen, daß man am sichersten geht, wenn man immer den Herd möglichst hoch annimmt. Durch Nichtbeachtung der eben gegebenen Regeln ist wiederholt zu tief operiert und eine vorhandene Erkrankung nicht gefunden worden.

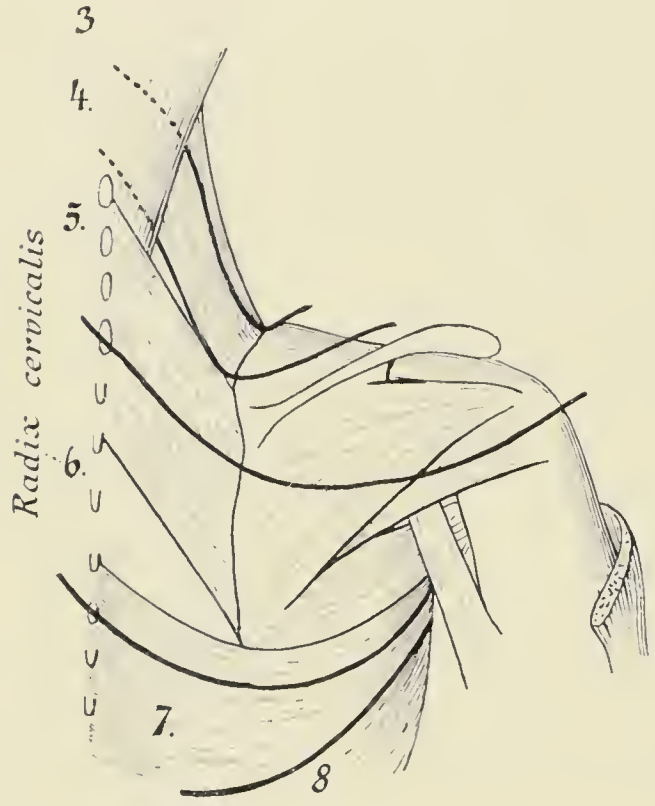


Fig. 50.
Die Wurzelversorgung der Schulterblattmuskulatur, nach Bolck.

Sehr viel mehr Mühe als die Erforschung der Dermatome hat diejenige der Myotome gekostet. Die meisten Muskeln enthalten Elemente aus verschiedenen Wurzeln, weil sie nicht einheitlich angelegt werden, sondern durch Verwachsen mehrerer Myotome entstanden sind.

An dem langen Rectus abdominis, der sich aus mehreren Myotomen zusammengesetzt über das Gebiet gleichvieler Neuromeren erstreckt, ist das an den Inscriptiones tendineae ohne weiteres zu sehen. Fig. 50 zeigt Ihnen, welche Myotome die Schultermuskulatur zusammensetzen. Der Muskelnerv muß, um je einen ganzen Muskel versorgen zu können, hier Elemente aus mehreren Wurzeln führen. Fast jeder längere Muskel bekommt durch seinen Nerven Fasern aus verschiedenen Wurzeln. Die für sein Arbeiten nötige Synergie wird also durch anatomische Anordnung innerhalb des Rückenmarkes gesichert.

Die langen Muskeln am Rücken bekommen aus all den einzelnen Höhen, an denen sie vorbeiziehen, ihre Nerven, die Muskeln der Vorderextremität aus der 6. Cervikal- bis 1. Dorsalnervenwurzel. Die Nerven des Becken und Oberschenkelmuskel stammen aus dem 2.—5. Lendenpaare und die des Unterschenkels werden von den Sakralwurzeln geliefert.

Wenn man alle bisher bekannten aus Wurzel- und Rückenmarks-

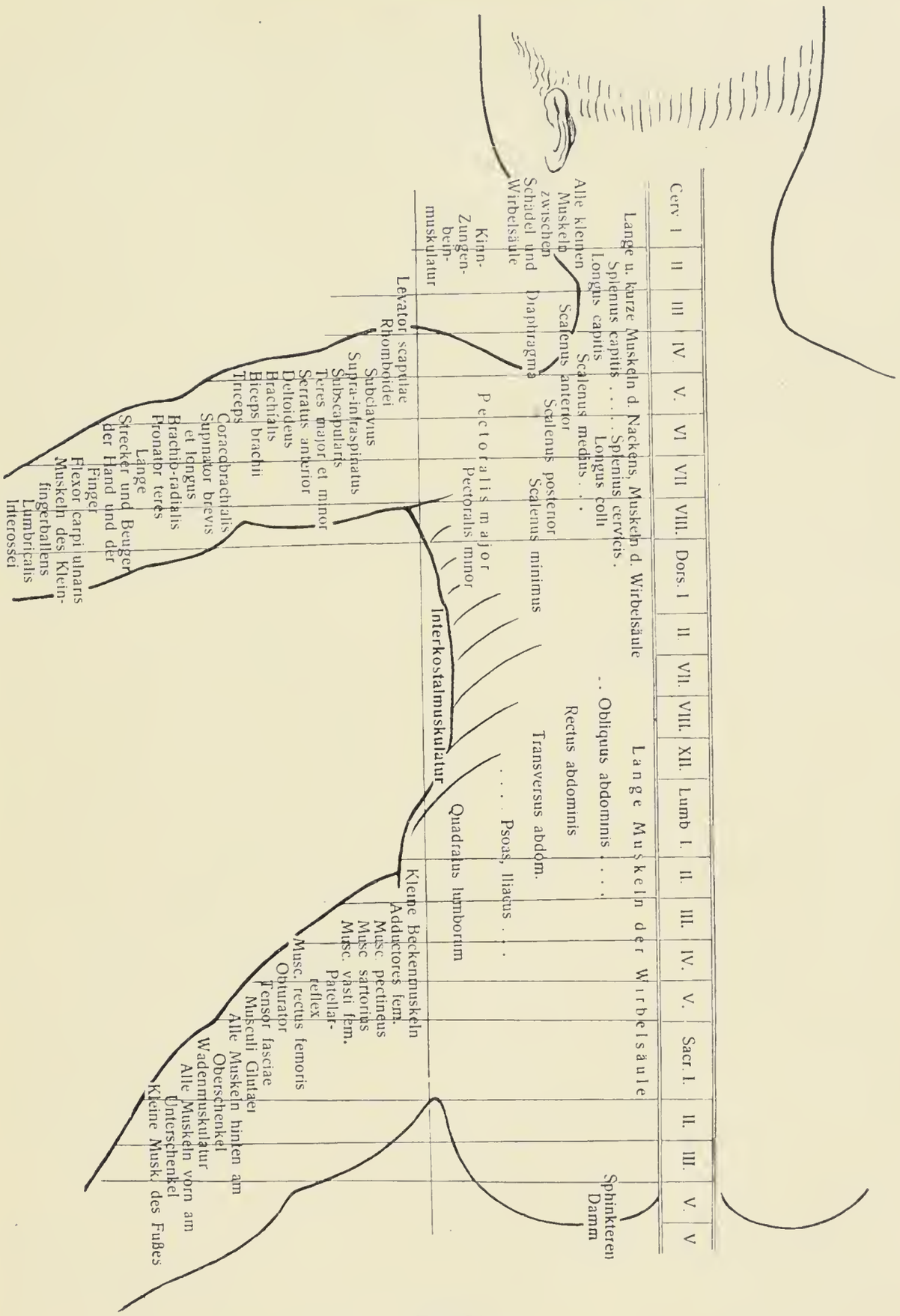


Fig. 51.
Segmentinnervation der Muskulatur. Erklärung im Texte.

erkrankungen entstandenen Lähmungen zusammenstellt und sie je nach der Höhe des befallenen Segments anordnet, dann erhält man das oben stehende Bild, in dem alle zur Innervation eines Muskels beitragenden Segmente durch Verfolgung der Horizontallinien sofort zu

ermitteln sind. Man erkennt auch wie außer den Interkostalmuskeln wohl alle anderen polysegmentär innerviert werden. Die Reflexe lassen sich bekanntlich oft von Stellen auslösen, die den Ausführungsmuskeln fern liegen. Aber eben für den effektorischen Teil sind sie natürlich an die Muskelinnervationssegmente gebunden und das kann diagnostisch ausgenutzt werden.

Siebente Vorlesung.

Das Rückenmark. 1. Der Eigenapparat.

Das **Rückenmark,** in welches die Wurzeln eintreten, besteht aus zwei verschiedenen Elementen. Einmal aus dem Eigenapparate, das heißt aus den Wurzeln und der ganglienzellenreichen grauen Substanz, in welchen jene enden oder entspringen und dann aus dem Verbindungsapparate, das sind die Fasern, welche den Eigenapparat zu anderen Teilen des Nervensystems in Beziehung setzen.

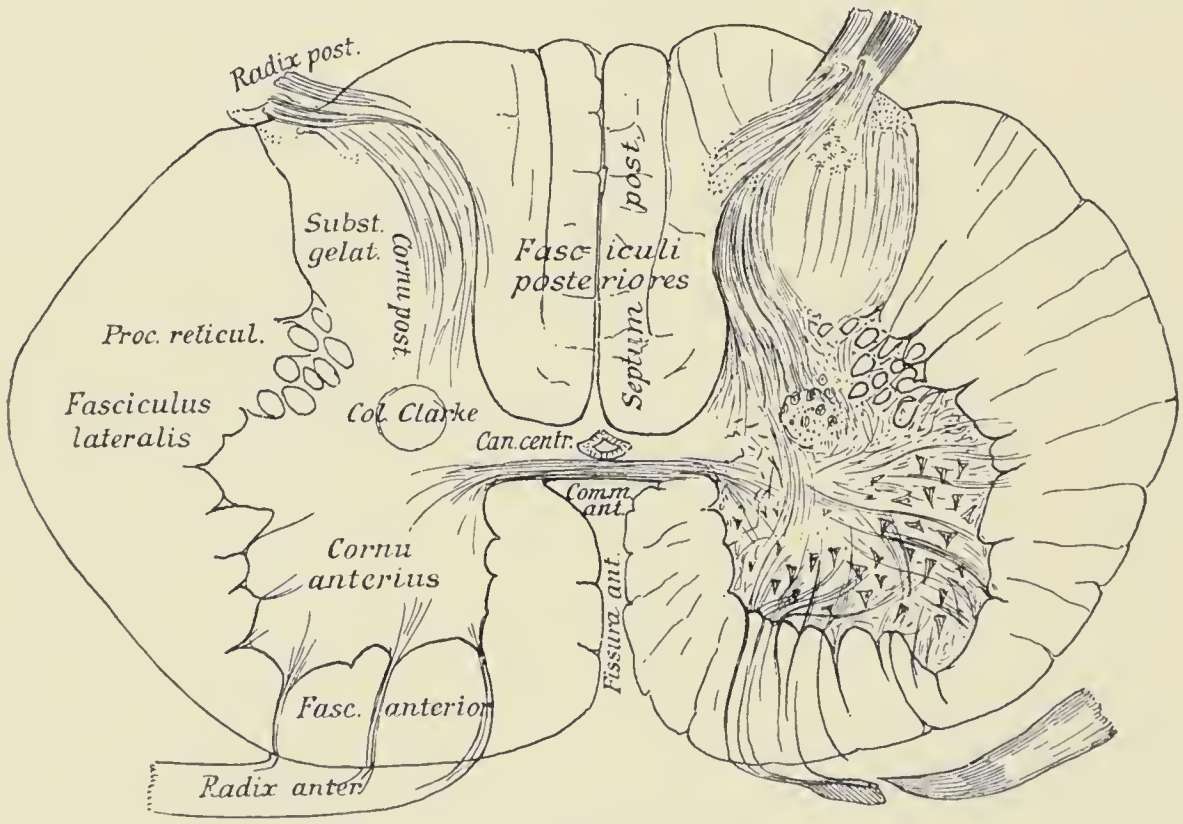


Fig. 52.
Querschnitt des Rückenmarkes. Halsanschwellung.

Der Verbindungsapparat umgibt als weiße Fasermasse den Eigenapparat. So kommt es, daß ein Querschnitt durch das Rückenmark in der Mitte den grauen Eigenapparat und um diesen herum die weiße Verbindungsfaserung aufweist. In der Figur 52, welche Ihnen einen solchen Schnitt vorlegt, zeigt der zentralere Teil etwa eine Schmetterlingsform, denn hier liegt jederseits vorn eine lange Säule von Ganglienzellen, bestimmt, die motorischen Wurzeln auszusenden und hinten jederseits eine ebensolche Säule, bestimmt, einen Teil der sensiblen Wurzeln aufzunehmen.

Die graue Substanz des Eigenapparates besteht im wesentlichen aus den aufgesplitterten Wurzelfasern und vielgestalteten Ganglienzellen, zu denen jene Wurzelfäden in Beziehung treten. Außerdem ist sie noch erfüllt von den Dendritenausläufern der Ganglienzellen und von Nervenbahnen verschiedener Herkunft. Deshalb bietet ein Schnitt, wenn alle Axenzylinder gefärbt sind, ein überaus verwirrendes Bild.

Die Ursprungszellen der motorischen Nerven sind groß, senden zahlreiche Fortsätze aus und haben den in Fig. 10 und Fig. 14 abgebildeten Typus. Die im Hinterhorne liegenden Ganglienzellen sind kleiner als die Vorderhornzellen. Meist haben sie eine der Spindel sich nähernde Gestalt. Ihr Axenzylinder verzweigt sich entweder schon nahe an der Zelle zu einem feinen Flechtgewebe, oder er zieht in der Rückenmarksubstanz weiter. Nie geht er in eine periphere Nervenfaser über.

Die weiße Substanz, welche die graue umgibt, besteht wesentlich aus in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufenden Fasern, zu denen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Nervenwurzeln und eine gewisse Anzahl von anderen Fasern kommen, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsaxe aus der grauen Substanz heraus zu den weißen Fasersträngen ziehen. Die Nervenfasern haben einen Axenzylinder und eine Markscheide. Die Breite der letzteren wechselt sehr. Eine Schwannsche Scheide fehlt ihnen.

Da man das Mark gewöhnlich an Schnitten untersucht, hat man sich gewöhnt, die Querschnitte der Gangliensäulen als „Hörner“ zu bezeichnen und dementsprechend finden sie in der Fig. 52 ein Cornu anterius, — hier liegen die großen Ganglienzellen, aus welchen die motorischen Fasern kommen, und ein Cornu posterius angeben. In das letztere sehen sie einen Teil der sensiblen Fasern eindringen. Aber doch nur einen Teil, der medialere Abschnitt wendet sich, wie an der Figur gut zu sehen ist, in die als Funiculi posteriores bezeichneten peripheren Anteile. Er endet nicht in der Höhe seines Eintrittes wie die anderen Fasern, sondern er zieht zunächst hirnwärts, um schließlich ganz frontal, da wo die Oblongata beginnt, in eigene Kerne, die man Kerne der Hinterstränge genannt hat, einzutreten.

Die Hinterstränge bestehen fast ausschließlich aus diesen eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Sie entstehen unter Umständen selbst da, wo bei Mißbildungen das übrige Rückenmark gar nicht vorhanden ist, als frei aus den Spinalganglien in die Wirbelsäule einwachsende Stränge. Da jede neu in das Rückenmark eintretende Faser die schon vorhandenen medialwärts drängt, kommt es, daß oben im Halsteile die zuerst eingetretenen aus den Beinen in den Funiculi posteriores ganz medial liegen, die aus den Armen ganz lateral. Vergleichen Sie dafür Fig. 53. An dem Querschnitt der Fig. 52 ist noch einiges zu sehen. Daß in der Mitte des Eigenapparates der Zentralkanal liegt, das ist für Sie, die der Entwicklung gefolgt sind, wohl

selbstverständlich. Die Faserzüge, welche vor ihm unter dem Namen Commissura anterior die Mittellinie überqueren, gehören zum Teile schon kreuzenden Verbindungen an. Da, wo die Hinterwurzel eintritt, liegt jederseits, zu ihrer teilweisen Aufnahme bestimmt, eine glasige Substanz mit kleinsten Zellen, die Substantia gelatinosa Rolandi. Dann ist zu bemerken, daß im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern der Eigenapparat vielfach von weißen Fasern durch-

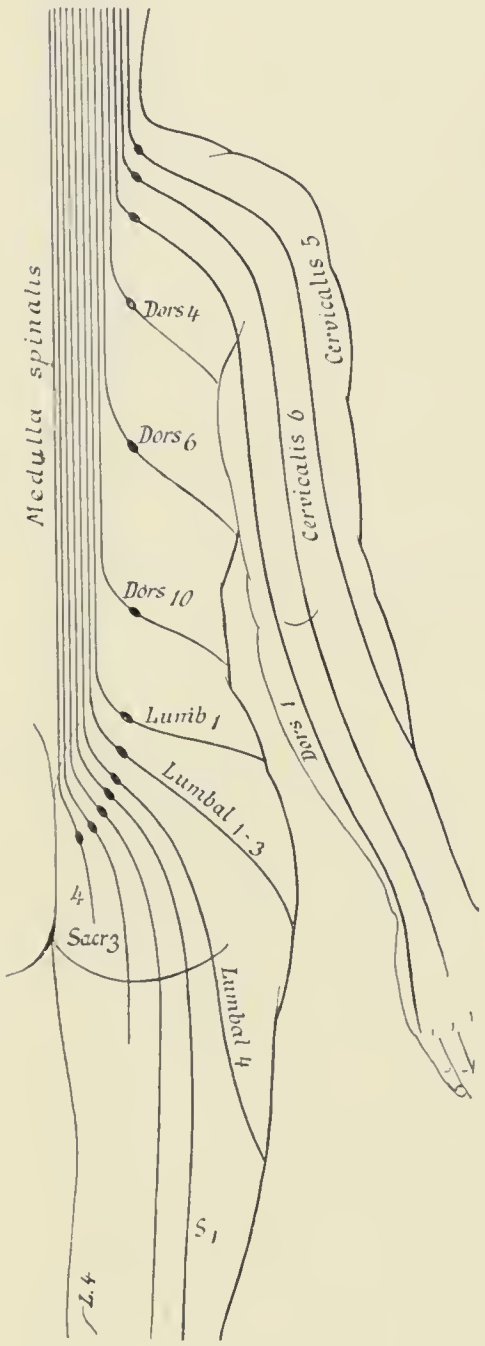


Fig. 53.
Schema des Aufbaues der Dorsalstränge.

Fig. 54.
Kollateralen aus der Hinterwurzel zum Vorderhorn. Vom Rückenmarke der neugeborenen Maus. Nach Lenhosséck.

brochen ist, so daß man den Eindruck bekommt, daß da ein Netz liege — Processus reticularis. Und schließlich liegt mitten im Eigenapparat eine im Querschnitt rundliche Säule von Ganglienzellen, die auch zur Aufnahme von Dorsalwurzelfasern bestimmt ist. Sie heißt Stilling-Clarkesche Säule.

Es gibt aber auch Hinterwurzelfasern, die weithin ventralwärts ziehen, bis sie in den Vorderhörnern angelangt sind und um deren Zellen

aufsplittern. Diese wohl als direkte Reflexbahn anzusehende Abteilung ist Fig. 54 abgebildet. Fast alle Hinterwurzelfasern teilen sich bei ihrem Eintritt in das Rückenmark in einen auf- und einen absteigenden Ast, so daß eigentlich keine ganz genau in der Höhe des Eintrittes auch endet, jede beherrscht, ganz wie die analogen Fasern, die ich vom Regenwurm zeigte, einige Höhensegmente des Markes.

Die rezeptorischen Bahnen gelangen also: a) in das Hinterhorn, b) in die erwähnte Säule und c) in die Hinterstränge, wo sie dann nahe der Oblongata enden und schließlich d) in die Vorderhörner. S. Fig. 64.

Wird das Rückenmark durch irgend einen Prozeß quer getrennt, so entarten alle Hinterstrangfasern bis hinauf zu ihren Bulbärkernen, weil alle Fasern ja dann von ihren Ursprungszellen im Spinalganglion getrennt sind. Man nennt diese Entartung aufsteigende sekundäre Degeneration. Erkranken die

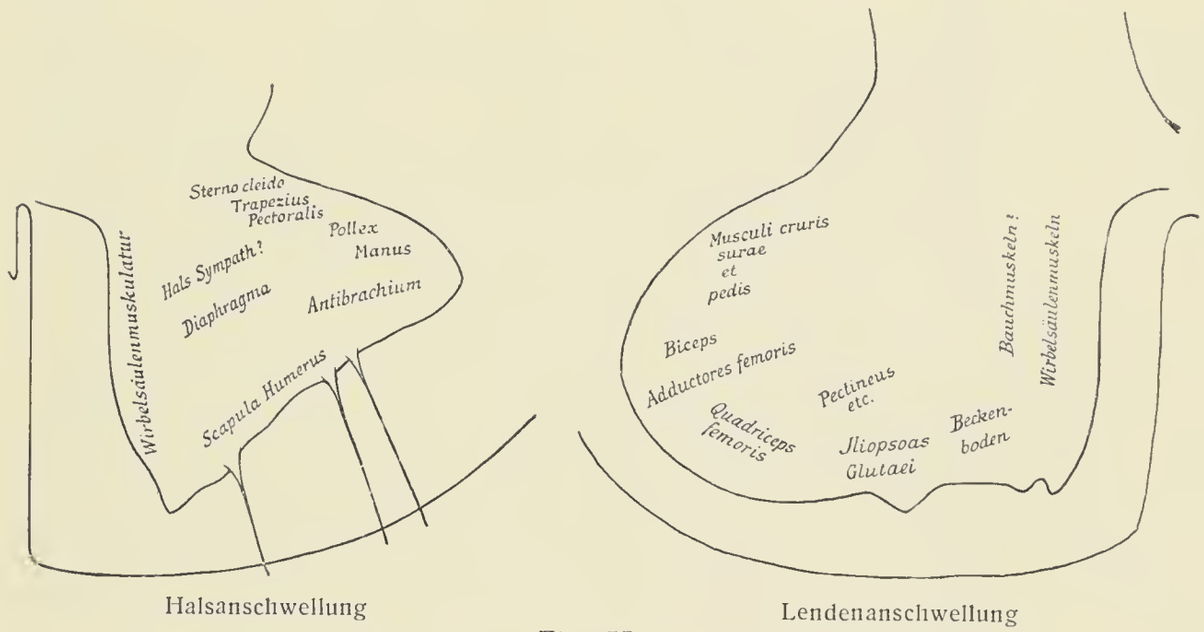


Fig. 55.
Schema der Kernlokalisation im Rückenmarke, z. T. nach Sano.

Wurzeln selbst, wie das bei der Tabes der Fall ist, so erhält man Degenerationen im Hinterstrang, welche je nach der Zahl der befallenen Wurzeln verschieden dicht sind. Es kann z. B. bei einem bestimmten Tabesfall wesentlich der Wurzelapparat aus den Beinen zerstört sein, während von weiter vorn entspringenden Wurzeln nur einige beteiligt sind.

Das ist die somatische Innervation. Die Zentren für die splanchnische sind etwa in der Höhe des Processus reticularis Fig. 52 gelegen. Von hier gehen motorische Fasern mit den Hinter- und Vorderwurzeln zu den Ganglien des Grenzstranges und zu den sympathischen Ganglien am Halse.

Durch sorgfältige Untersuchungen der Atrophie in den Zellen, welche nach frühen Amputationen eintritt und der Lähmungen, welche nach bestimmten Rückenmarksherden auftreten, hat man die Lokalisation der Kerne für die einzelnen Muskelgruppen kennen gelernt. Fig. 55 gibt Ihnen die Darstellung ihrer Lage innerhalb der Hals- und der Lendenanschwellung. Die Ausbildung dieser Kerne ist

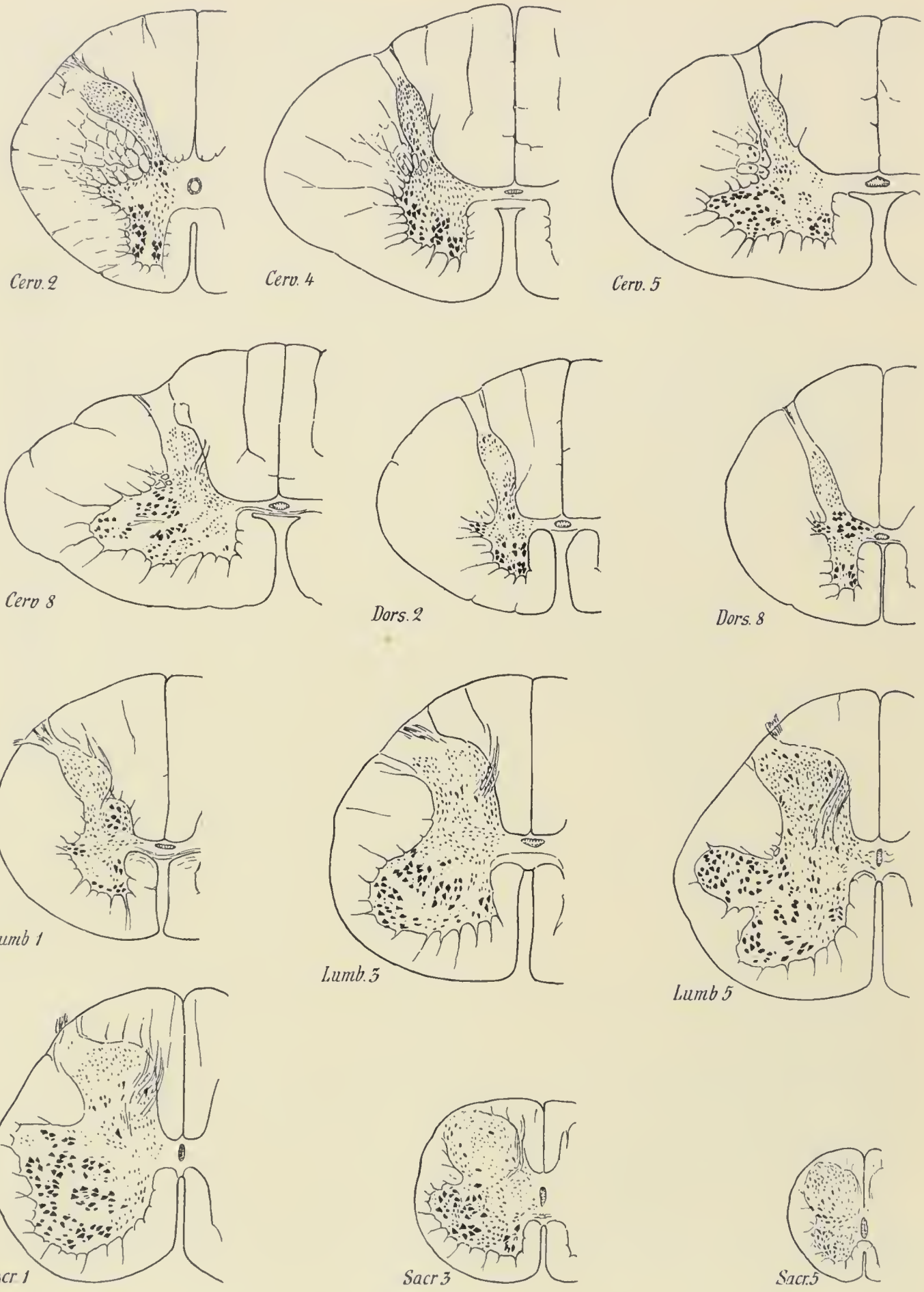


Fig. 56.

Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen. Zu beachten auch die Zahl der Zellen in jedem Segment. Der Umriß des Vorderhornes in den oberen Cervikalsegmenten wird dadurch bestimmt, daß hier die Kerne für die kräftige Nacken- und Halsmuskulatur liegen. Vom vierten Cervikalsegment an nimmt das Vorderhorn zu, weil die Kerne für die Schultermuskeln sich denen der Stammmuskulatur zuaddieren. Im Bereiche des fünften Segmentes wächst lateral noch ein mächtiger Kern heraus. Er sendet seine Nervenbahnen in die Armmuskulatur und bleibt erhalten bis unterhalb des ersten Dorsalsegmentes. Vom zweiten Cervikalsegmente an ist wieder nur die Stammmuskulatur zu versorgen und sofort nimmt der Umfang sehr ab. Auf diesem Schnitte wollen Sie Ihre Aufmerksamkeit noch der kleinen Zacke des Seitenhornes schenken, die etwas weiter frontal verwischt ist, aber innerhalb der vordersten Cervikalsegmente recht deutlich wieder vortritt. Hier entspringen höchstwahrscheinlich die Fasern des Halssympathikus; deshalb die addierte Zacke. Innerhalb der ganzen Dorsalsegmentreihe ändert sich das Querschnittsbild natürlich nicht mehr, aber vom elften Wurzelpaare ab nimmt die graue Substanz wieder zu. Hier liegen die Kerne für den mächtigen Iliopsoas, die noch ein gutes Stück weiter kaudal reichen und vom ersten Lumbalsegmente ab addieren sich hierzu noch die Kerne für die Muskeln der Unterextremität. Der Umriß der grauen Substanz wird wieder sehr viel größer, ziemlich im gleichen Sinne wie weiter vorn innerhalb der Kernregion für die Arme.

es, die das Volum der Vordersäulen bestimmt. Wo immer viele Muskeln zu innervieren sind, da schwellen sie enorm an. Deshalb ist auch der Querschnitt des Rückenmarkes in seinen verschiedenen Höhen ganz verschieden. Studieren Sie einmal recht genau die Fig. 56, dann wird das völlig klar.

Der Eigenapparat des Rückenmarkes könnte natürlich nicht ge-

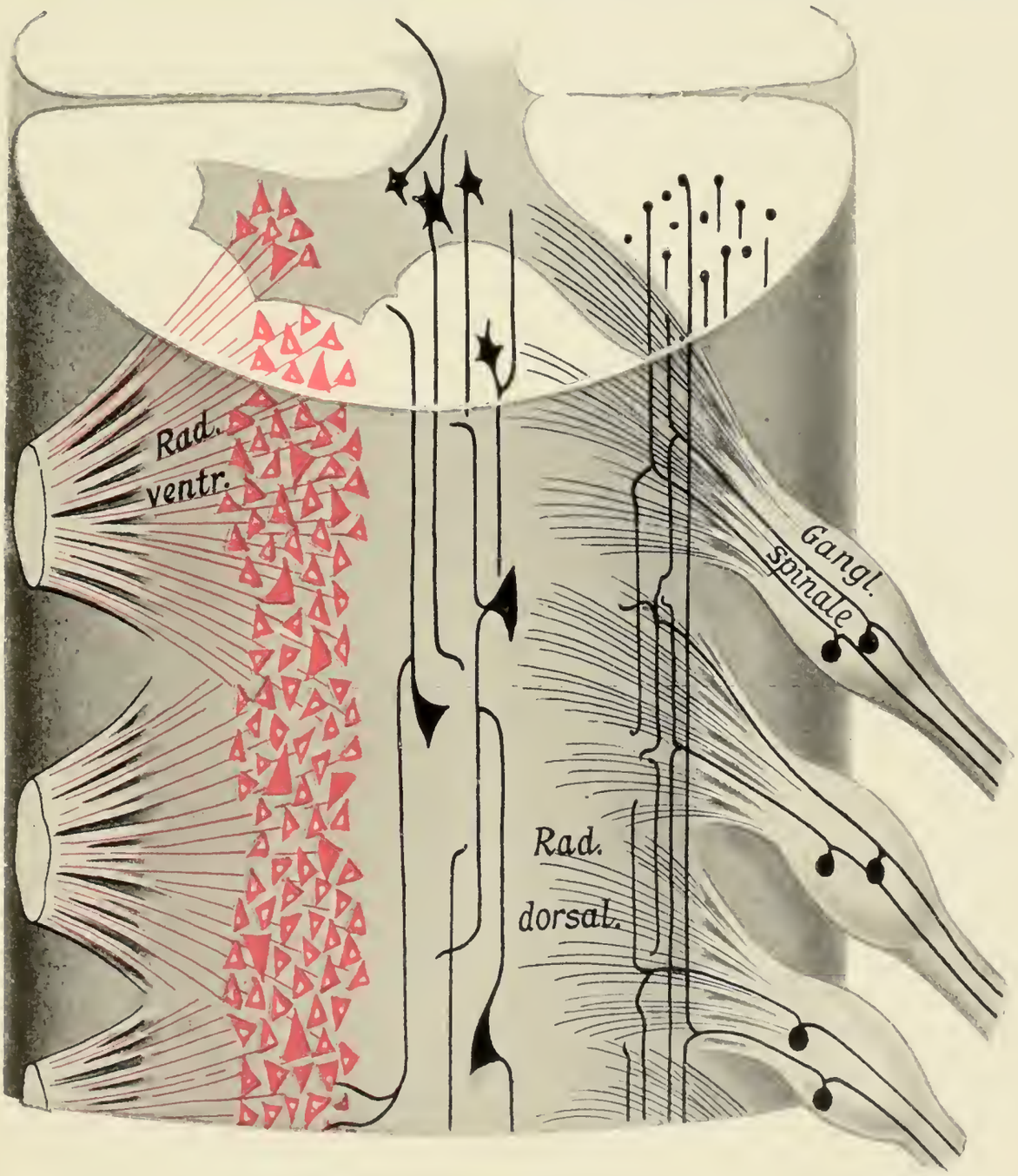


Fig. 57.
Schema des Eigenapparates im Rückenmarke.

ordnet fungieren, wenn er nur aus den zu den Wurzeln gehörigen Elementen bestände. Er besitzt deshalb noch eine große Anzahl von Ganglienzellen, die ihre Fortsätze aufteilen, um sie innerhalb und außerhalb der grauen Substanz hinauf und hinab in verschiedene Rückenmarkabschnitte zu senden. Die Zellen heißen Assoziationszellen und in Fig. 57 habe ich einige abgebildet. Die Axenzylinder,

welche hinaus aus der grauen Substanz in die weiße laufen, umgeben mit längeren und kürzeren Bahnen den ganzen grauen Apparat. Sie liegen ihm mit den letzteren ganz nahe, mit den ersteren entfernter, überall in den Strängen bis ganz hinaus zu deren Peripherie. Geraten die Rückenmarkstränge durch Erkrankung in Degeneration, so bleiben oft diese Fasern mitten in ihnen gesund, und erkrankt durch eine bestimmte Infektionskrankheit, die Poliomyelitis, die graue Substanz allein, dann entarten mitten in den sonst gesunden Strängen die Assoziationsfasern.

Am frontalen Ende des Rückenmarkes, da, wo die Mechanismen liegen, welche der Assoziation der Atmungsmuskulatur dienen, nehmen die kürzeren und mittleren Assoziationsbahnen natürlich an Menge sehr zu. Es vergrößert sich deshalb das Feld im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern, wo viele solche Bahnen lagern, sehr und es entsteht allmählich das Assoziationsfeld der Oblongata. Vergleichen Sie auf Fig. 56 Cervicalis II mit Dorsalis II.

Sie haben wohl jetzt klar erkannt, daß der in der letzten Vorlesung geschilderte Eigenapparat des Rückenmarkes die Gefühlsbahnen zum größten Teile aufnimmt und alle motorischen Fasern aussendet. Zahlreiche Verbindungen in ihm und Faserzüge, welche ihn umgeben, um einzelne Höhen des Markes untereinander zu verknüpfen, ermöglichen eine Summe von physiologischen Leistungen, an die Sie sich erinnern, wenn Sie dessen gedenken, was ein enthirntes Tier, also ein solches, dessen Verbindungsbahnen nicht mehr funktionieren, vermag. Alle die komplizierten Bewegungen des geköpften Frosches z. B. beruhen nur auf der Leistung des Eigenapparates. Er ist der phylogenetisch älteste Teil des ganzen Zentralnervensystemes. Wir müssen annehmen, daß hier die Zellen derart zu Bewegungskombinationen vereint sind, daß ganz bestimmte für die Art immer gleiche Bewegungen nur durch einen Reiz von der Peripherie her angeregt zu werden brauchen, um immer gleichartig abzulaufen. Deshalb springt der geköpfte Frosch, galoppiert das geköpfte Kaninchen und flattert das geköpfte Huhn davon, wenn periphere Reize einsetzen, die auch das normale Tier in Bewegung setzen würden.

Die meisten Bewegungskombinationen sind so eingerichtet, daß ein sie treffender Reiz die Agonisten zur Kontraktion, die Antagonisten gleichzeitig zur Erschlaffung bringt. Selten auch setzt ein Reiz nur eine Zuckung, vielmehr treten fast immer, wenn einer hoch genug ist, mehrere Bewegungen hintereinander auf. So kratzt etwa ein Hund, der nur noch sein Rückenmark hat, sich mehrmals am Rücken, wenn dort nur ein Haar berührt wird.

Irgend einem Reize, der aus der Peripherie in das Rückenmark kommt, stehen eine große Menge von Verbreitungswegen offen. Es gibt zunächst eine Anzahl von Hinterwurzelfasern, welche direkt ventral in das Vorderhorn ziehen und um dessen Zellen aufsplittern. Diese sind wohl geeignet, jene

Zellen mit den Reizmomenten zu „laden", oder bei genügend hohen Reizen auch sofortige Entladung von motorischen Reflexen hervorzurufen. Durch vorgebildete und auf dem Wege der Einübung erworbene Bahnen stehen aber die motorischen Zellengruppen wieder unter sich in funktionell assoziierter Verbindung, und diese Verbindung ist wohl derart beschaffen, daß ein einzelner Reiz in der Lage ist, eine ganze Funktionsgruppe gleichzeitig zur Entladung zu bringen. So können Reflexe bestehen aus einzelnen Muskelbewegungen und auch aus scheinbar sehr komplizierten Aktionen.

Nur eine geringe Anzahl der Reflexe wird von der Außenwelt direkt erzeugt, ist exteroceptiv, weit größer und ständig ablaufend, ist die Zahl derjenigen, welche durch die Lage der Glieder, die Spannung der Muskeln, die Berührung der Gelenke dann ständig und dauernd erzeugt und verändert werden. Man bezeichnet sie als enteroceptive. Vor allem beruht auf ihnen der Muskeltonus, derselbe schwindet augenblicklich, wenn die receptorischen Fasern durchschnitten werden.

Die anatomische Unterlage der Assoziationen bilden außer den Dendriten namentlich jene Strangzellen mit ihren Fortsätzen. Es hat gar keine Schwierigkeit, anzunehmen, daß ein Reiz, der in das Rückenmark gelangt, auf dem Wege durch jene Zellen sich über verschiedene Höhen ausbreitet und so motorische Muskelkerne der mannigfachsten Lage zu einer gemeinsamen Aktion zusammenfaßt.

Man darf sich nicht vorstellen, daß alles dasjenige, was in den sensiblen Wurzeln an Eindrücken dem Rückenmarke zugeführt wird, identisch ist mit dem, was wir gewöhnlich „Empfinden" nennen. Damit ein Eindruck zum Bewußtsein komme, genügt es nicht, daß er dem Rückenmarke zugeleitet werde, es muß auch von der Stelle, wo die betreffende Bahn endet, eine Verbindung zur Hirnrinde führen. Nun aber ist gar kein Zweifel, daß solcher Verbindungen nur ganz wenige sind, daß, wenn man die Gesamtzahl der Hinterwurzelfasern etwa in Betracht zieht, die Zahl der zentralen Verbindungen dagegen verschwindend klein ist. Das allein schon ermöglicht den Schluß, daß wohl zahlreiche sensorische Eindrücke dem Rückenmarke zukommen, daß aber nur von einigen wenigen wir deutliche Kenntnis bekommen. Eine Reihe geistreicher Versuche hat gezeigt, daß die Hauptmasse der Gefühlsbahnen der sensorischen Regulierung unserer Bewegungen, s. S. 48, dient. Ihr Einfluß auf den Muskeltonus, auf die Bewegungsregulation und auf die Fähigkeit zur Muskelbewegung überhaupt kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Nicht nur hat sich längst gezeigt, daß bei weitgehendem Untergang von Dorsalwurzeln, wie er bei der Tabes statthat, die Ausführbarkeit korrekter Bewegungen und die Spannung aller Muskeln enorm leidet, es läßt sich auch zeigen, daß ein Affe, dem man genügend viele Dorsalwurzeln aus der Armregion ausschneidet, keine aktiven Bewegungen mehr mit den Armen macht.

Die Fasern, die das vermitteln, liegen wesentlich in den Hintersträngen. Aus Angaben von Menschen mit degenerierten oder durchschnittenen Hintersträngen wissen wir, daß die Wurzelfasern, welche jene Stränge bis zu den Oblongatakernen führen, im wesentlichen aus den Muskeln kommende Rezeptionen leiten, außerdem einen Teil der Tastrezeptionen. Mit den Fasern, welche direkt in die graue Substanz eindringen, ist zweifellos, das lehren erkrankte Menschen und die Versuche an Tieren, die Leitung für Tast-, Temperatur- und Schmerzrezeptionen verbunden.

Erkrankungen im Eigenapparate — wir kennen solche vielfach — führen zu sehr schweren Symptomen. Der Untergang der Vorderhorn-

zellen erzeugt natürlich totale Muskellähmung. Zerstörungen der eintretenden hinteren Wurzeln müssen die ganze in diesen verlaufende Gefühlsbahn unterbrechen und nicht nur den Verlust jeder Art von Gefühl, sondern auch den der Reflexe, die ja durch die sensible Bahn vermittelt werden, nach sich ziehen. Auch die Sehnenreflexe schwinden dann.

Die Bahnen für die Reflexe liegen alle in der grauen Substanz mit zuführenden und wegführenden Bahnen in der weißen Substanz. Wahrscheinlich ist die Mehrzahl der Reflexe an Segmente gebunden, die nicht sehr weit von dem Eintritt der betreffenden Wurzeln liegen. Die Reflexe können aber von frontalwärts gelegenen Punkten aus beeinflußt werden, entweder durch Hemmungen oder dadurch, daß von oben herabkommende Bahnen ihr Zustandekommen erst ermöglichen, z. B. den Muskeltonus entsprechend regulieren. Vollständige Unterbrechung des Rückenmarkes führt zunächst zu Verlust aller Reflexe, die Sehnenreflexe bleiben dann gewöhnlich dauernd aus, die Hautreflexe können wieder eintreten. Eine Anzahl mit der Blasen-, Mastdarm- und Vasomotoreninnervation verbundener Reflexe können aber auch bei völliger Quertrennung erhalten bleiben.

Erkrankungen der grauen Substanz treffen natürlich immer auch die Sympathikusanteile derselben, doch sind die Folgen noch wenig studiert. Mit dem 7. Cervicalnerven und mit einigen höheren Wurzelfasern treten aus dem Sympathikus Fasern in das Rückenmark, welche bei der Innervation des Auges und der gleichseitigen Gesichtshälfte in Betracht kommen. Sie verlaufen im Marke ungekreuzt cerebralwärts. Deshalb machen Unterbrechungen der linken siebenten Wurzel ebenso wie Rückenmarksdurchtrennungen oberhalb des siebenten Segmentes immer gleichseitige Verengerung der Lidspalte und der Pupille links, oft auch Abnahme des Gesichtsturgor auf der verletzten Seite. Die Mehrzahl der Bahnen für die Gefäßinnervation verläuft ungekreuzt, wahrscheinlich im Vorderseitenstrange, den sie mit den vorderen Wurzeln erreicht. Für die Blasen- und Mastdarminnervation müssen wir nach den klinischen Beobachtungen eine doppelseitige Innervation annehmen.

Achte Vorlesung.

Die Verbindungen des Rückenmarkes mit anderen Teilen des Zentralapparates.

Das Rückenmarks ist auf die mannigfachste Weise mit weiter frontal liegenden Hirnteilen verbunden. Diese Verbindungen liegen alle in den Strängen, welche den Eigenapparat umgeben.

Lassen Sie uns zunächst zusehen, wie die Rezeptionen etwa weiter geleitet werden.

Sie wissen, daß die Fasern der Hinterwurzeln entweder im Grau vor dem Hinterhorne enden oder als Hinterstränge hirnwärts verlaufend in die weiter frontal liegenden Hinterstrangkerne eintreten um da aufzusplittern, und erinnern sich auch, daß ein Teil von ihnen in die Stilling-Clarkesche Säule eintrat.

An all diesen Endstätten liegen Ganglienzellen, aus denen hirnwärts gerichtete Bahnen entspringen. Um diese Zellen zweigen die rezeptorischen Fasern so auf, wie es auf Fig. 18 zu sehen ist.

Die Zellen in der grauen Substanz nahe und in den Hinterhörnern und einige weiter ventral gelegene senden alle ihre Axenzylinder über die Mittellinie durch die Commissura anterior in die Vorder- und Seitenstränge. Nach der Kreuzung wenden sich diese Bahnen hirnwärts, um schließlich im ventralen Abschnitte des Thalamus zu enden. Dieser bereits im Rückenmark kreuzende Teil der rezeptorischen Bahn, der Tractus spinothalamicus ist nur dünn. Oben in der Oblongata gesellen sich ihm zahlreiche Fasern bei, welche aus den gekreuzten Hinterstrangkernen kommen, wo ja die in den Hintersträngen aufgestiegenen Hinterwurzeln enden. Jetzt ist die ganze rezeptorische Bahn, die Gefühlsbahn also gekreuzt. Dieser frontalere Anteil heißt Tractus bulbothalamicus. Er vereint sich erst in Brückenhöhe mit dem aus dem Rückenmarke kommenden Zuge zu einem seit Alters als mediale Schleife bezeichneten Bündel. Ich zeige Ihnen in Fig. 58 beide Bündel im Ursprung und ersten Verlaufe und bitte Sie, dann noch Fig. 130 nachzuschlagen, an der Sie sehen, wie die ganze gekreuzte Fasermasse der Gefühlsbahn sich nach langem Verlaufe in den Thalamus einsenkt.

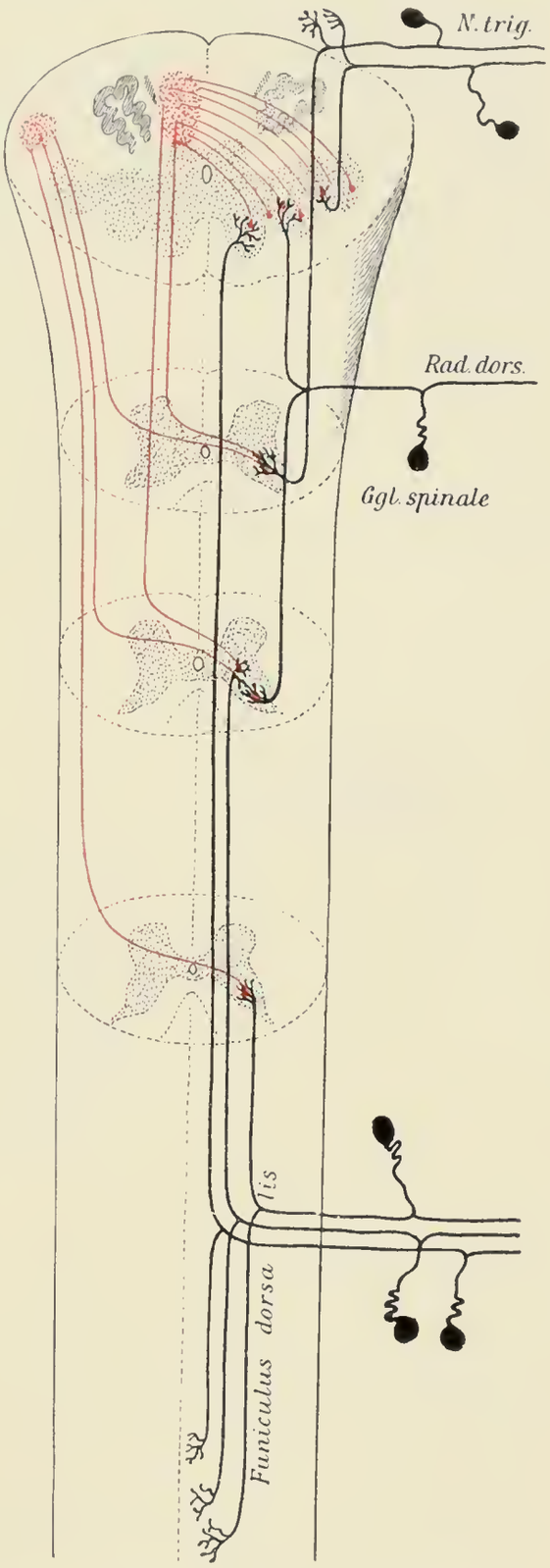


Fig. 58.
Verlauf der primären (schwarz) und der sekundären (rot) sensiblen Bahn. Die schwarzen Linien nach S. Ramon y Cajal.

Als wichtigstes Ergebnis wollen Sie behalten: Aus den primären Endpunkten der Gefühlsbahn entspringen Fasern, die zum Teil im

Rückenmark schon in die Vorder- und Seitenstränge kreuzen, zum Teil erst in der Oblongata auf die andere Seite treten. Alle ziehen aufwärts zum Thalamus.

Mit diesem Verhalten der Bahnen stimmen die Erfahrungen ausgezeichnet überein, welche das Experiment und die Beobachtung am Krankenbette liefern. Wenn nämlich ein Rückenmark halbseitig durchschnitten wird, dann gehen unterhalb der Durchschneidungsstelle ein großer Teil der Gefühlsqualitäten, besonders die Schmerz- und Temperaturempfindungen, verloren, und zwar nicht auf der gleichen Seite, sondern auf der gekreuzten.

Gleichzeitig mit der Läsion fällt natürlich das Areal der durchschnittenen Wurzel aus.

Auch nach Zerstörung der grauen Substanz, in welcher die Wurzel zu gutem Teile endet, tritt eine segmentäre Anästhesie auf der gleichen Seite ein. Sie erstreckt sich, wenn nur die graue Substanz des Hinterhornes erkrankt ist — bei intramedullären Blutungen, Syringomelie z. B. — im wesentlichen auf die Schmerz- und Temperaturempfindungen. Die Faserbahnen, welche die Tast- und Druckrezeptionen der Haut zum Rückenmarke leiten, müssen zunächst zum Teil in den Hintersträngen, zum Teil in der grauen Substanz verlaufen. Die Erfahrungen, welche man bei der Halbseitenläsion gemacht hat, sind merkwürdig ungleichmäßig. Meistens ist die gekreuzte Körperhälfte für die erwähnten Sinnesqualitäten unempfindlich, aber zuweilen ist sie es auch nicht, außerdem sind wiederholt auf der Seite der Verletzung selbst Anästhesien, welche sich auf das ganze kaudaler liegende Gebiet erstrecken, beobachtet worden. Es scheint deshalb, als wäre die Bahn für Druck- und Tastsinn doppelseitig vertreten, gekreuzt und gleichseitig. Dann verläuft wahrscheinlich der ungekreuzte Teil in den Hintersträngen, der kreuzende durch die graue Substanz nach den Seitensträngen der anderen Seite.

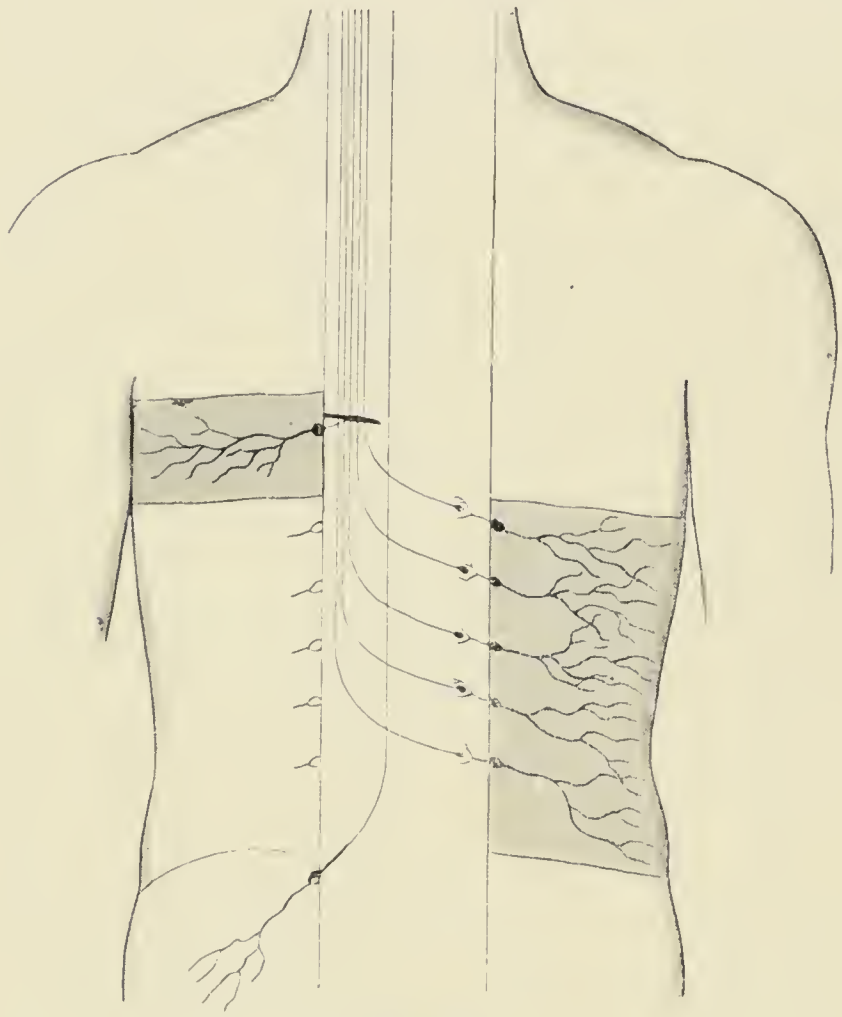


Fig. 59.

Schema einer Haibseitenläsion. Auf der Seite des Schnittes fällt das Wurzelareal der direkt durchschnittenen Wurzel aus, auf der gegenüberliegenden entsteht ausgebreitete Anästhesie, weil die gesamten von da zentralwärts ziehenden Bahnen unterbrochen sind.

Wenn wir der Einfachheit halber einen Augenblick annehmen, daß nur eine Art von rezipierenden Wurzelfasern existiere, so können wir uns leicht ein übersichtliches Schema wie in Figur 59 zeichnen, welches sehr lehrreich die Ausfallerscheinungen erkennen läßt, welche nach halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung auf sensiblem Gebiete beobachtet werden. Erkrankungen

der Hinterstränge verlaufen mit geringen Störungen des Hautgefühles, es scheint immer das Muskelgefühl zu leiden. Die motorische Kraft erleidet durch Erkrankung der Hinterstränge keine Einbuße, wohl aber bis zu gewissem Grade der Muskeltonus.

Ein Teil der rezipierenden Bahnen gelangt, wie Sie erfahren haben, zur Aufsplitterung um die Zellen der Stilling-Clarkeschen Säule. Diese Zellen senden ihre Axenzylinder hinaus ganz in die Peripherie des Rückenmarkes, da biegen sie um und ziehen direkt hinauf in das Kleinhirn. Die Fig. 60 zeigt diesen Weg schematisch, in der Fig. 62 ist die markhaltige dunklere Randzone ganz von den Zügen dieser Tractus spino-cerebellares gebildet. In zwei Bündel geteilt treten sie in das Kleinhirn ein, wo sie zum Teile kreuzen. Man scheidet die ventraler liegenden als Tractus spino-cerebellares ventrales-Gowerssches Bündel der Lehrbücher, von den dorsaleren ab.

Durch diese Bahn erlangt das Kleinhirn, von dem unsere Statik und die Regulierung der Grundbewegungen der Extremitäten und des

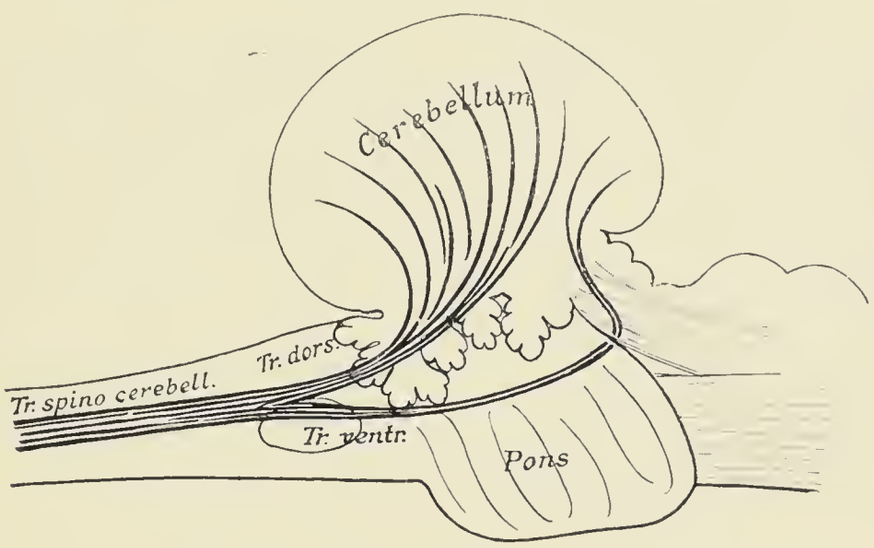


Fig. 60.
Die beiden Tractus spino-cerebellares in ihrem ganzen Verlaufe hirnwärts.

Rumpfes zu gutem Teile abhängen, Wertzeichen von den Rezeptionen in der Peripherie. Ihre Durchschneidung macht ganz ähnliche Symptome wie Abtragung des Kleinhirnes, weil jenem dann fast alle Zuleitungen abgeschnitten sind.

Es ist schließlich wahrscheinlich, daß bei den Säugern wie bei den niederen Tieren Faserzüge aus dem Rückenmark in die Vierhügel hinauf gelangen, Tractus spino-tectales.

Die im Rückenmarke anlangenden Rezeptionen gelangen also schließlich bis in den Thalamus und in das Kleinhirn.

Der Eigenapparat des Rückenmarkes kann aber von anderen Hirnteilen her auch erregt werden. Hier handelt es sich um Bahnen, die aus dem Großhirne, aus dem Kleinhirn und aus der Oblongata kaudalwärts ziehen. Man hat sie alle dadurch erkannt, daß sie entarteten, wenn die erwähnten Hirnteile, wo ja ihre Ursprungszellen liegen, erkrankten.

Die Bahn aus dem statischen Apparate der Oblongata, der Tractus vestibulo-spinalis, liegt in der Peripherie der Vorderstränge und erreicht wohl von da den motorischen Apparat. Etwa in die Mitte der Seitenstränge gelangen Fasern aus einem großen unter den Vierhügeln liegenden Kerne, dem Nucleus ruber. Sie leiten irgendwie Kleinhirntätigkeiten spinalwärts, denn in jenem Kerne endet der vordere Kleinhirnschenkel. Dieser Tractus rubro-spinalis ist nur ein dünnes Bündel. In die Seiten- und noch mehr in die Vorderstränge gelangen noch Fasern aus dem Mittelhirndache, Tractus tecto-spinalis. All diese sind kleine Bündelchen, die in ihrer funktionellen Bedeutung noch ganz unverstanden sind. Anders aber ist es mit einem Faserzuge, der bei Menschen sehr mächtig, aber auch bei den meisten Säugern vorhanden ist, mit dem Tractus cortico-spinalis.

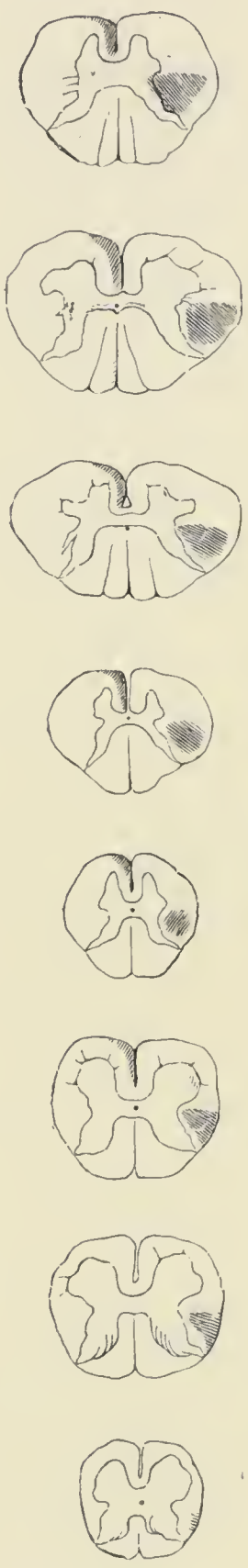


Fig. 61.
Sekundäre absteigende Degeneration der Pyramidenbahn nach einem Erkrankungsherd in der linken Großhirnhemisphäre. Nach Erb.

Der Tractus cortico-spinalis ist Ihnen in Fig. 42 bereits begegnet. Er ist nämlich der Anteil, den das Neencephalon in das sonst rein palaeencephale Rückenmark sendet und als solcher dort abgebildet. Durch ihn wird es erst möglich, daß das Endergebnis der zahllosen Assoziationen und anderen Leistungen der Hemisphären auf den Bewegungsapparat übertragen wird oder doch direkt übertragen wird; denn auf Umwegen über den Thalamus z. B. ist es auch dann noch möglich, wenn diese direkte Bahn etwa durch eine Erkrankung im Gehirne unterbrochen ist. Aus dem Markweiß der inneren Kapsel ziehen ihre Fasern in den Hirnschenkel, Fig. 94, dann durch die Brücke hindurch und legen sich dann an die ventrale Seite der Oblongata, jederseits ein dickes Bündel da bildend. Da dieses von Alters her Pyramide heißt, s. Fig. 67, ist auch die ganze Bahn schon als Pyramidenbahn bezeichnet worden. Am frontalen Ende des Rückenmarkes sieht man diese Oblongatapyramiden kreuzen und ihre Fasern zum größten Teile in die Seitenstränge des Rückenmarkes eindringen, zum kleineren bleiben sie auf der Seite des bisherigen Verlaufes liegen.

Da die Ursprungszellen in der Rinde liegen, so muß irgendeine Unterbrechung des Zuges im Rückenmark seine Fasern zum Schwunde bringen. So gelang es zuerst Türk durch Beobachtung der sekundären Degenerationen nachzuweisen, daß die in den Seitenstrang gelangenden Fasern in dessen dorsalem Abschnitte ein eigenes Feld einnehmen. Vollständiger aber wurden wir erst durch Flechsig mit dem Tractus cortico-spinalis bekannt. Bei der

Untersuchung des Ganges der Markscheidenentwicklung im Rückenmarke fand dieser ausgezeichnete Forscher, daß die Pyramiden und die ihnen entspringende Faserung noch zu einer Zeit marklos sind, wo ziemlich alle anderen Fasern des Rückenmarkes bereits ihr Markweiß besitzen. An einer größeren Anzahl von Föten kurz vor der Geburt und von Neugeborenen konnte er erkennen, daß aus der Pyramide nicht nur ein zum Hinterseitenstrang kreuzendes Bündel entspringt, sondern daß auch einige Fasern ungekreuzt längs des Medialrandes der Vorderstränge in das Rückenmark herabziehen. Er teilte deshalb den Tractus cortico-spinalis in eine Pyramidenvorderstrang- und eine Pyramidenseitenstrangbahn. Fig. 62 und 66.

Da, wie Sie wissen, die Markumhüllung eines Systemes sehr wesentlich von dessen Ingebrauchnahme abhängig ist, so dürfen wir vermuten, daß die Impulse, welche die Rinde dem Rückenmarke durch die Pyramidenbahn zuleitet, solche sind, die erst im nachembryonalen Leben allmählich in Betracht kommen.

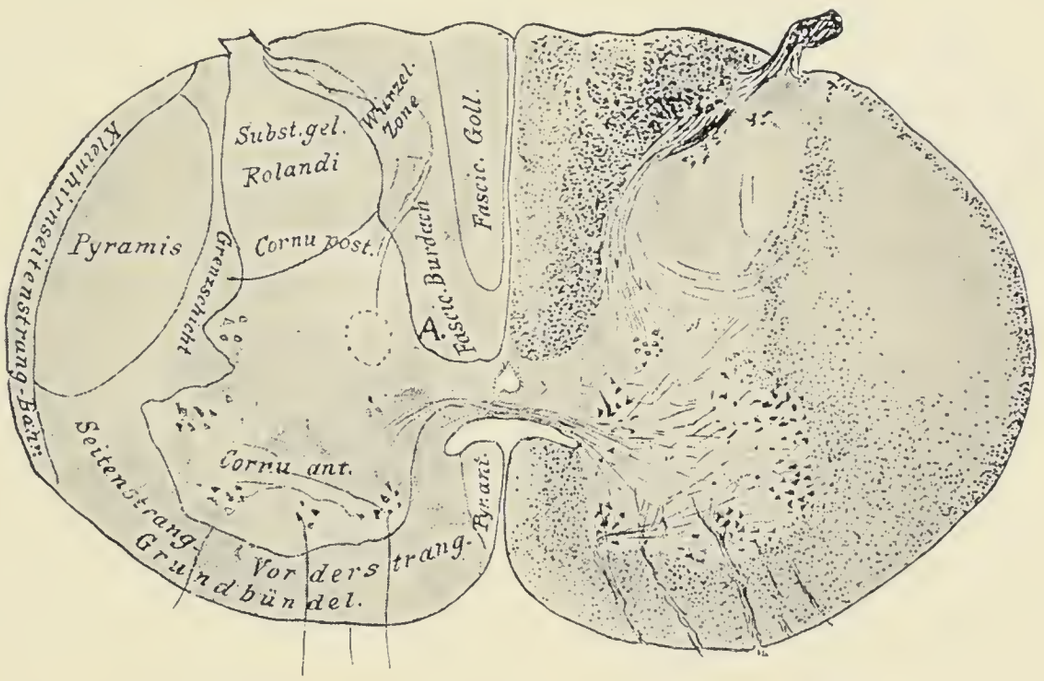


Fig. 62.
Querschnitt durch das Halsmark eines Neugeborenen. Die Pyramidenbahnen ohne markhaltige Fasern durchscheinend hell.

Das Areal, welches die beiden Anteile des Tractus cortico-spinalis einnehmen, ist nicht immer das gleiche. Manchmal ist fast der ganze Zug gekreuzt, manchmal ist auch der ungekreuzte Zug am medialen Vorderstrangrande besonders stark. Die Kreuzung variiert und in ganz seltenen Fällen scheint sie ganz zu fehlen. Ziemlich regelmäßig entdeckt man bei der Untersuchung der Folgen alter Gehirnherde, daß auch in dem Seitenstrange, dessen Pyramide normal sein müßte, wenn unsere Darstellung richtig ist, ein guter Teil der Fasern entartet ist. Daraus ist zu schließen, daß auch zum Seitenstrange ungekreuzte Bündel treten. Es sind ihrer aber immer nur wenige. Jedenfalls steht der motorische Eigenapparat des Rückenmarkes unter dem Einflusse beider Gehirnhälften, wenn auch die zu ihm gekreuzte vorwiegt.

Der Zug kann im Rückenmarke bis in das untere Lendenmark verfolgt werden. Doch wird er immer kleiner, je weiter rückwärts er

gelangt. Er erschöpft sich in der grauen Substanz der Vorder- und Seitenhörner.

Die Pyramidenbahn endet im Eigenapparat nahe den Ursprungszellen der motorischen Wurzeln. Fig. 63.

Bei Tieren ist die Pyramidenbahn entsprechend der geringeren Ausdehnung der Großhirnrinde immer dünner als beim Menschen. Auch bei diesem enthält sie wahrscheinlich nur Fasern für diejenigen Muskeln, welche vorwiegend unter Inanspruchnahme der Rinde — also überlegt und eingeübt — gebraucht werden. Jedenfalls nimmt sie nach Abgabe des für die Innervation der oberen Extremitäten bestimmten Teiles erheblich ab, bleibt im Brustmarke wesentlich gleichstark und verliert nach Abgabe der Fasern für die Unterextremitäten so an Volum, daß sie im unteren Sacralmarke so gut wie verschwunden ist.

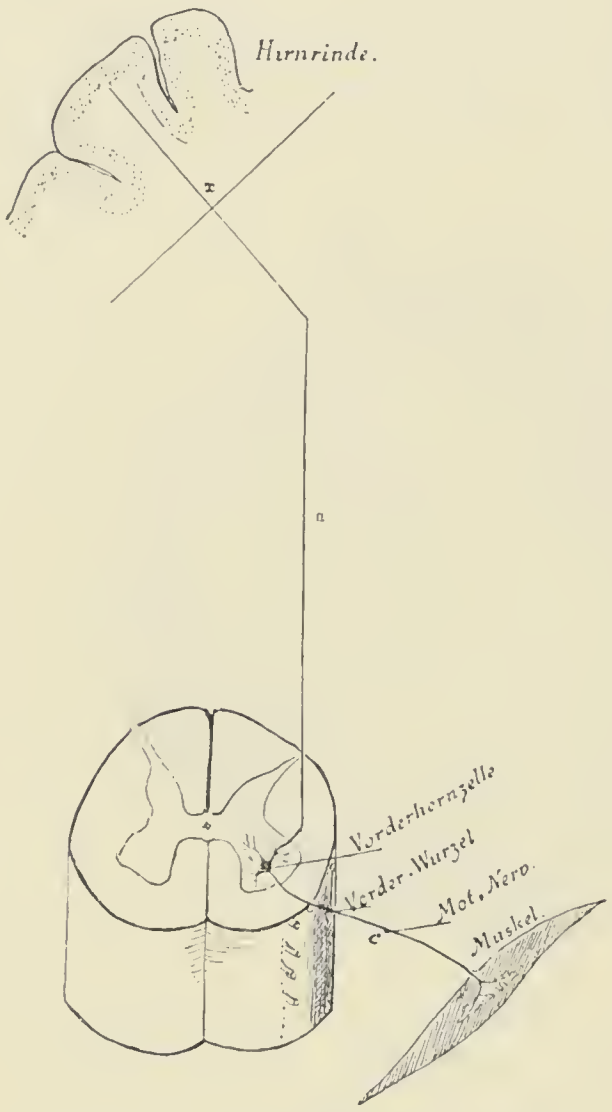


Fig. 63.
Schema der Innervation für einen Muskel.
Bei x Kreuzung des Tr. cortico-spinalis.

Wenn die graue Substanz der Vorderhörner von einem krankhaften Prozesse zerstört wird, dann tritt, ganz wie bei Zerstörung peripherer Nerven, Lähmung in den Muskeln ein, welche ihre Nervenfasern aus der betreffenden Stelle beziehen. Dieser Lähmung gesellt sich ungemein rasch Atrophie der gelähmten Muskeln zu. Auch darin ist sie der peripheren Lähmung ähnlich, daß die Muskeln auf den elektrischen Strom meistens bald so reagieren, als ob ihr zuleitender Nerv durchschnitten sei. Da der Nerv und seine Aufsplitterung im Muskel nur Ausläufer der Zelle sind, so bietet die Erklärung dieses Verhaltens keine Schwierigkeit.

Als ein Beispiel für Lähmung und Muskelschwund, wie sie nach Erkrankung der Vorderhörner auftreten, erwähne ich die „spinale Kinderlähmung". Dort tritt ganz plötzlich komplette Lähmung einzelner Muskelgruppen auf, und rasch folgt ihr Schwund der Muskelsubstanz. Die Untersuchung des Rückenmarkes ergibt dann Erkankungsherde, welche die graue Substanz der Vorderhörner getroffen haben. Auch die Nerven, ja die Wurzeln selbst werden allmählich atrophisch.

Man wird aus dem geschilderten Symptomenkomplexe immer eine Erkrankung der motorischen Bahn erster Ordnung diagnostizieren dürfen.

Ganz andere Erscheinungen treten ein, wenn die motorische Bahn zweiter Ordnung, der Tractus cortico-spinalis, unterbrochen wird.

Erkranken die Pyramidenbahnen, so werden bei Tieren die willkürlichen Bewegungen nur vorübergehend gestört, beim Menschen bleiben dauernd fast alle unmöglich. Außerdem geraten die gelähmten oder auch nur geschwächten Muskeln in dauernde Spannungszunahme, neigen zur Kontraktur und sind auf mechanische Reize sehr viel mehr als in normalem Zustande erregbar. Immer, wenn Sie diese Symptome allein oder einem anderen

Symptomenkomplexe beigemischt finden, dürfen Sie mit aller Sicherheit eine Beteiligung der Pyramidenbahn an der Erkrankung annehmen. Nicht so selten hat einseitige Unterbrechung der Pyramidenbahn doppelseitige Erscheinungen von Parese und Spannungserhöhung der Muskeln zur Folge.

Es kommen Kombinationen von Erkrankung der primären mit solcher der sekundären motorischen Bahn vor. Die bestbeobachtete ist die amyotrophische Lateralsklerose. Hier entspricht den klinischen Erscheinungen: Parese, Spasmen, Muskelatrophie, der anatomische Befund: Erkrankungen der Pyramidenbahn und der Vorderhornzellen.

An dem vorstehenden Schema (Fig. 63), welches den Zusammenhang von zentraler und peripherer motorischer Bahn darstellt, können Sie sich diese

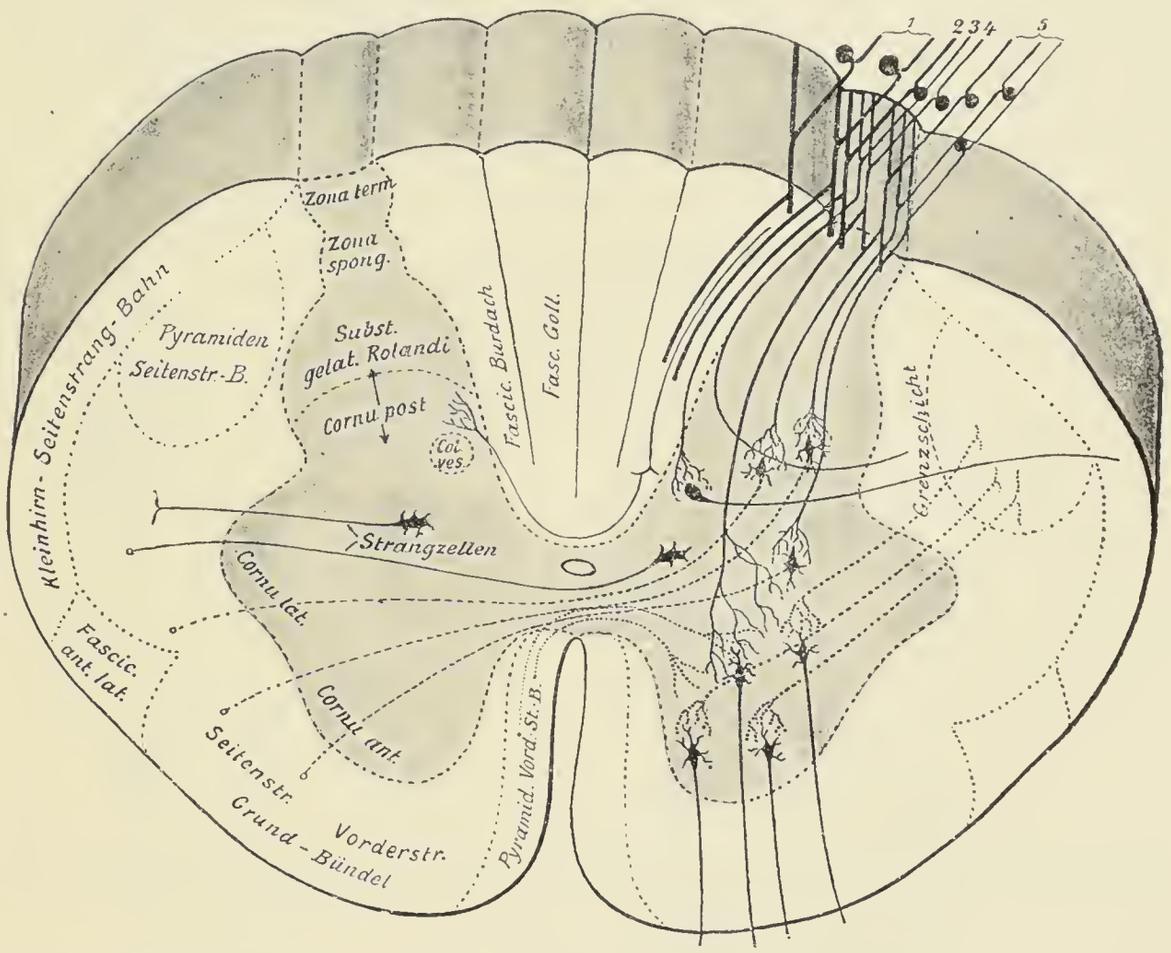


Fig. 64.

Schema eines Rückenmarksquerschnittes, in den der zentrale Verlauf einiger wichtigen Züge eingezeichnet ist. Man vergleiche auch die nicht schematische Fig. 62. Bahnen erster Ordnung ausgezogen, Bahnen zweiter Ordnung punktiert.

Verhältnisse leicht einprägen: Eine Erkrankung, welche sich in der Linie *x a c*, resp. in den von ihr repräsentierten Fasern lokalisert, führt zur Lähmung. Wenn sie vor der Ganglienzelle die Leitung unterbricht, also bei *x* oder *a*, trägt sie den Charakter einer zentralen Lähmung ohne Atrophie und geht häufig dadurch, daß wahrscheinlich andere Bahnen für *x a* eintreten, in Besserung resp. Heilung über. Wird aber die Linie *x a c* in der Ganglienzelle oder irgendwo in *c* unterbrochen, so tritt nicht nur Lähmung, sondern auch Schwund der gelähmten Fasern und Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln ein. Dadurch wird die Aussicht auf Wiederherstellung der gelähmten Partien eine sehr geringe. Zuweilen tritt nach langdauernder Unterbrechung von *x a* auch allmählich Beteiligung von *c* auf. Das ist aber selten. Unterbrechung der

Bahn *a* führt auch zu absteigender Degeneration von der Unterbrechungsstelle bis zur Höhe des betreffenden Vorderhornes.

Nun haben Sie, meine Herren, die wichtigsten Elemente des Rückenmarkes kennen gelernt und es ist an der Zeit, daß ich sie zu einem Bilde vereint Ihnen vorlege. Das will die Fig 64, an der Sie nicht nur den Eintritt der Wurzeln und die assoziierenden Strangzellen des Eigenapparates angegeben finden, sondern die auch durch punktierte Linien aufzeigt, wie der Leitungsapparat mit dem Eigenapparat verbunden ist.

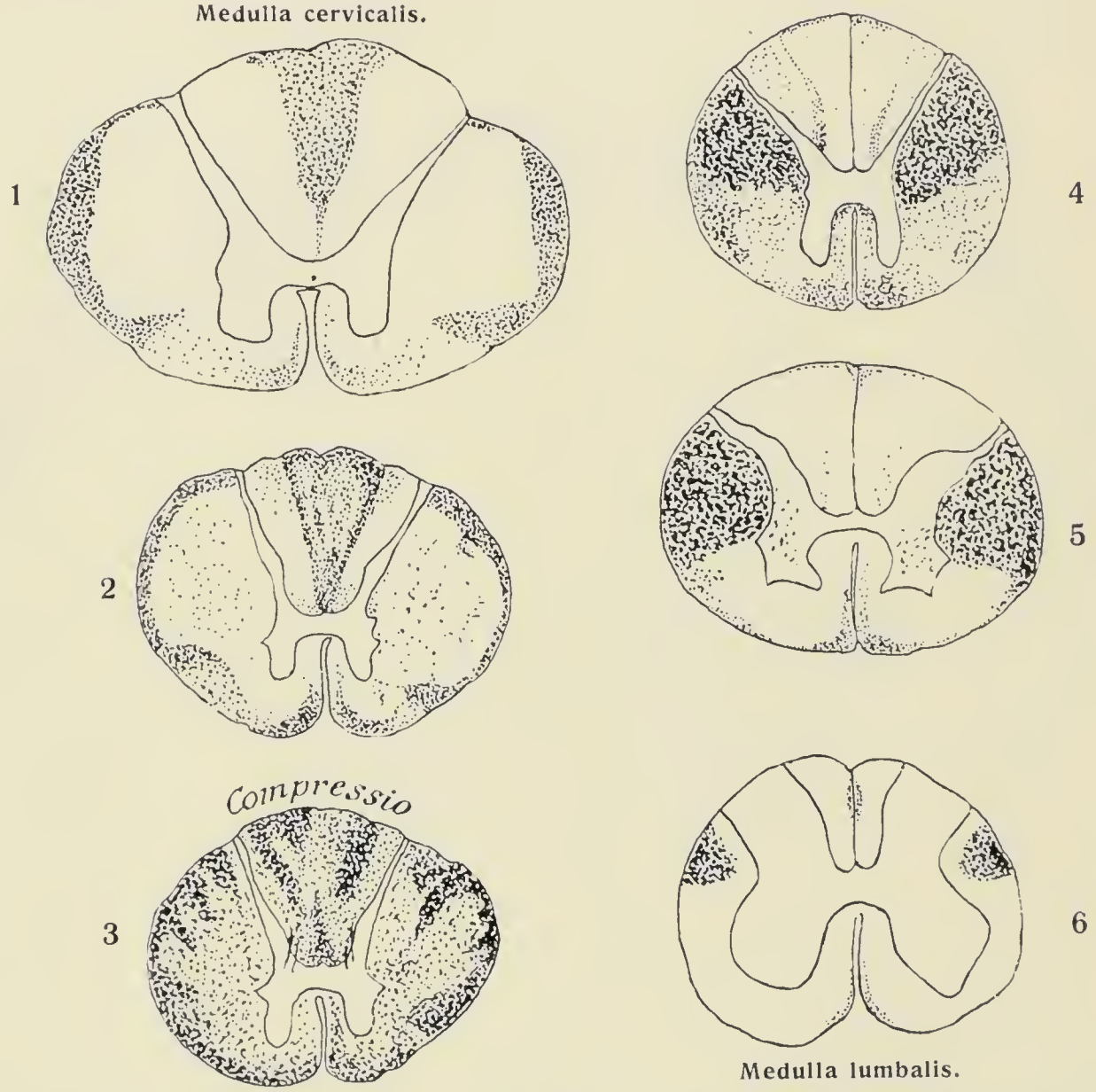


Fig. 65.

Kompression des Rückenmarkes in der Höhe des 7. Dorsalnerven. Aufsteigende Degeneration links, absteigende an den Schnitten rechts. Die Zerfallprodukte durch Überosmiumsäure (Marchimethode) geschwärzt. Nach Hoche.

Wollen Sie an ihr das Eintreten der rezeptorischen Bahn in die Hinterstränge und in die graue Substanz, ihre sekundäre Fortsetzung in die Vorderseitenstränge und die Kleinhirnseitenstrangbahn studieren, dann die Ursprungskerne der motorischen Fasern aufsuchen und beachten, wie zu ihnen Fasern aus dem Tractus cortico-spinalis, der Pyramidenbahn des Seitenstranges herantreten.

Dann erscheint es mir auch zweckmäßig, Ihnen einmal die Abteilung zu demonstrieren, welche durch Erkrankungen des Rückenmarkes, die

den ganzen Querschnitt trennen, geschaffen wird. Wenn eine Abtrennung der Fasern von ihrem Ursprung stattgefunden hat, entarten alle bis auf die kurzen Bahnen, welche über oder unter der Trennungsstelle entspringen und enden. Die längeren Assoziationszüge in den lateralen Seitensträngen leiden natürlich auch. Benutzen wir diese Demonstration zu einer Gesamtrekapitulation der Faserung.

Fig. 65 demonstriert Ihnen Schnitte durch ein Rückenmark, das durch Caries des 7. Dorsalwirbels total komprimiert wurde. An der Stelle der Kompression ist die Entartung, wie sie durch die osmiumgeschwärzten Punkte sich verrät, ungleichmäßig fleckig. Rückwärts, nach dem Lumbalmarke zu, zerfallen dann die Pyramiden in ihren Vorder- und Seitenstrangbahnen, weil sie ja durch die Kompression

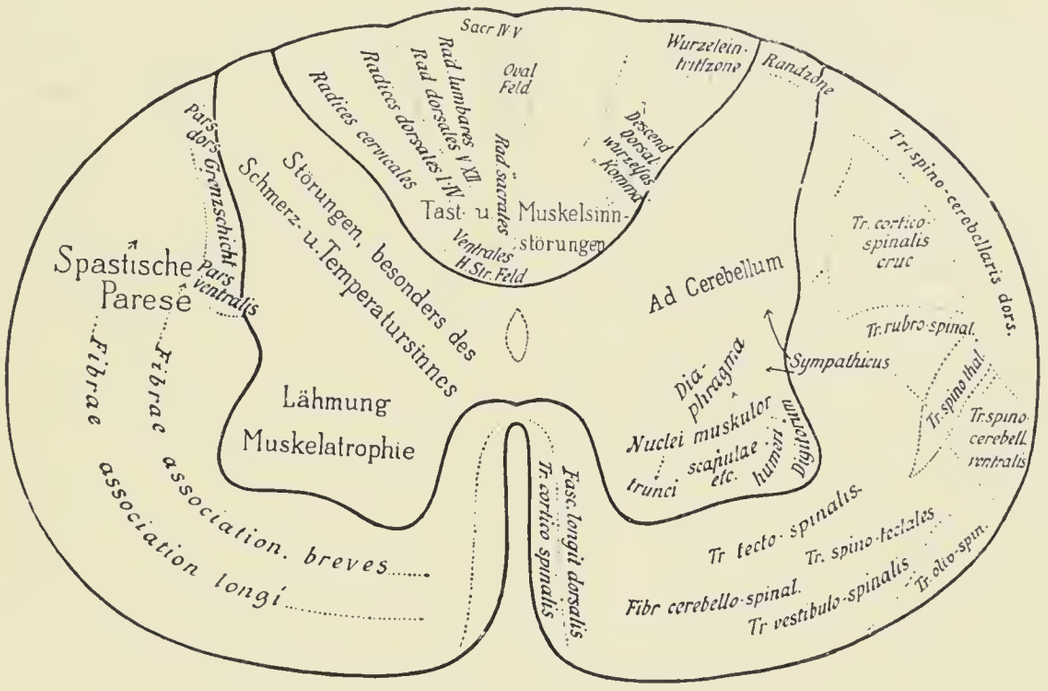


Fig. 66.

Übersicht der einzelnen Bahnen, welche auf einem Querschnitte durch das Halsmark abgeschieden werden können. Im wesentlichen nach den Ergebnissen der Entwicklungsgeschichte und der sekundären Degenerationen. Links die Symptome eingeschrieben, welche bei dem Untergang der einzelnen Teile eintreten.

von der Rinde abgetrennt sind. Dicht ventral von den Pyramiden, aber hier nicht deutlich abgeschieden, sind die Tractus rubro-spinales entartet. Am Rande der vorderen Inzisur treffen wir auf die Züge des Tractus vestibulo-spinalis. Hirnwärts von der Unterbrechungsstelle entarten zunächst die direkten Fasern aus den Spinalganglien, also der größte Teil der Hinterstränge und dann die sekundären Züge aus den primären Endstätten von Dorsalwurzel. Das sind die ventrale und dorsale Bahn zum Kleinhirn am Rande der Seitenstränge und ihr dicht angelagert, nur durch zerstreute Punkte kenntlich, der Tractus spinothalamicus. Auf den nächsten Schnitten, dicht vor und dicht hinter der Unterbrechungsstelle, sind natürlich eine Menge Assoziationsbahnen entartet, weiter weg von ihr sind nur noch die ganz langen hierher gehörigen Züge nahe der Rückenmarkperipherie untergegangen.

Schlußübersicht.

Nun, meine Herren, nachdem Sie mit mir den langen Weg gewandert sind, der alle die Einzelbestandteile des Rückenmarkes vorführte, wird der Wunsch bestehen, noch einmal einen Blick auf das Ganze zu werfen. Lassen Sie uns am Schlusse diese Vorlesung über das Rückenmark einmal in Fig. 66 einen idealen Querschnitt betrachten, in den die meisten Einzelstränge, welche wir heute einigermaßen sicher kennen, auch in unserem Texte nicht erwähnte, eingezeichnet sind.

Das Bild von den wichtigsten Faserbahnen im Rückenmark, das ich Ihnen heute vorlege, könnte noch um vieles feiner ausgeführt, noch mit manchem hochinteressanten Detail verziert werden. Schon sind wir aber an so manche Stelle geraten, wo unser Wissen unsicher wird, und getreu der Grenze, die diese Vorlesungen sich stecken mußten, will ich da abbrechen, wo die Fälle eruierter Details und sich widersprechender Meinungen der Autoren noch nicht gestatten, dem Lernenden präzise Bilder vorzuführen.

In der Vorrede zu seinem großen Werke über den Bau des Rückenmarkes sagt Stilling: „Wir dürfen, um mit dem edlen Burdach zu reden, nicht vergessen, daß wir bei der Erforschung des Rückenmarkbaues in ein Wunderland reisen, welches wir noch so wenig wahrhaft kennen: so mögen wir nur auf Ströme und Berge den Blick heften, um eine klare Übersicht des Ganzen zu erlangen, und es den Nachfolgern überlassen, jeden Bach zu verfolgen und bei jeder Anhöhe zu verweilen.“ Über 50 Jahre sind verflossen, seit mit jener Vorrede eines der inhaltsreichsten Bücher in die Welt ging, mit dem je die anatomische Wissenschaft beschenkt wurde, und noch sind wir gar weit von dem Ziele entfernt, noch lange wird es dauern, bis jene Generalstabskarte wird gezeichnet werden können, von der Burdach und Stilling träumten.

Neunte Vorlesung.

Das verlängerte Mark.

Am oberen Ende des Rückenmarkes verlagern sich die weißen Fasern, welche es zusammensetzen, in mannigfacher Weise, die Ausdehnung und Form der grauen Substanz ändern sich erheblich, neue Anhäufungen von Glia und Ganglienzellen treten auf und rasch wird das Ihnen jetzt wohlbekannte Bild des Rückenmarksquerschnittes verwischt, namentlich wird es undeutlich, wenn dicht über dem Rückenmarksende mitten in die Seitenstränge die Oliva inferior, ein graues, vielfach gefälteltes, ganglienzellenreiches Blatt sich einschiebt, wenn der Zentralkanal, immer weiter nach hinten rückend, zur Rautengrube sich erweitert.

An dem Übersichtsbild der ventralen Oblongataseite, das ich zunächst vorlege, erkennen Sie zunächst, daß in der Verlängerung der Vorderstränge des Rückenmarkes die dicken Stränge der Pyramiden

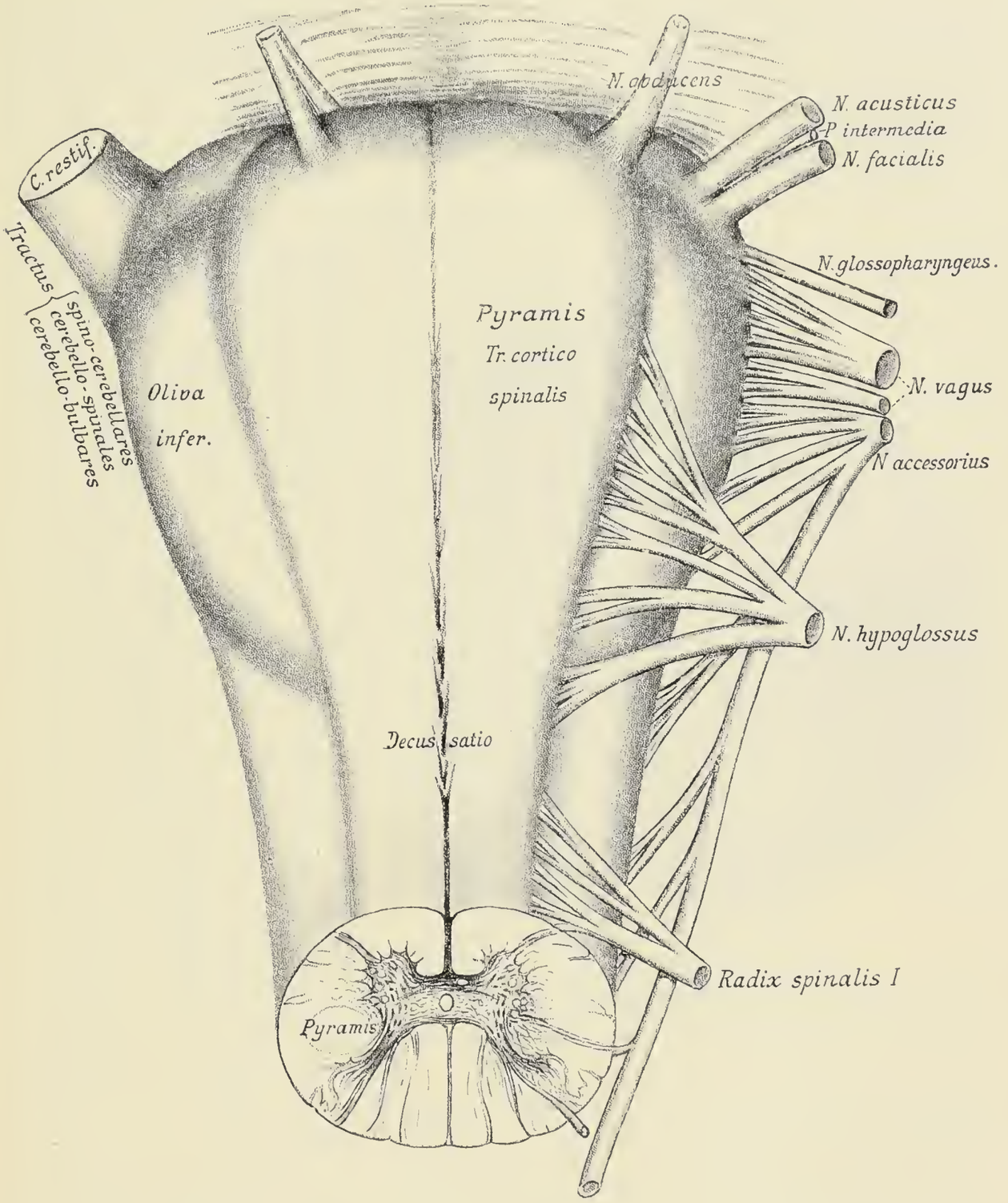


Fig. 67.
Die Medulla oblongata des Menschen.
Der Querschnitt unten geht durch das Ursprungsgebiet des ersten Cervikalnerven.

auftreten. Ihre Fasern stammen aus den Vorder- und Seitensträngen des Markes, wo wir ihnen bereits als Tractus cortico-spinales begegnet sind. Die Vorderstrangbahn gelangt, wie Sie wissen, direkt in die gleichseitige Pyramide. Die Seitenstrangbahn aber kreuzt hinüber zur ander-

seitigen. Etwas von dieser Kreuzung sehen Sie schon an der Oberfläche, wenn Sie die vordere Rückenmarkspalte hirnwärts verfolgen.

Nun lege ich Fig. 68 einen Schnitt durch die Kreuzungsstelle: Wollen Sie den vergleichen mit dem Rückenmarkschnitt unten an Fig. 67, dann sehen Sie, wie die aus dem Seitenstrangareal kommenden Fasern sich, die Vorderhörner abschneidend, zu den schon im Vorderstrang liegenden Tractus cortico-spinales hinüber begeben und wie so der an der Basis der Fig. 67 deutliche Strang sich entwickelt.

Auch im Eigenapparate treten nun große Lageverschiebungen ein. Die Spitze des Hinterhornes rückt ventralwärts, in den von der weggezogenen Pyramide frei gewordenen Raum. Sie nimmt hier keine Cervicalnerven mehr auf. Was in sie mündet, das sind Fasern, die weither von vorn kommen, aus dem Ganglion Gasseri. Die Zellen dieses Ganglions senden ja nach der Peripherie den Trigeminus, in die Oblongata und das Rückenmark aber senden sie ihre Wurzelfasern und diese münden auf drei Zentimeter Länge immer in die Substantia gelatinosa. Wir wollen deren nun sehr großen und auf allen Schnitten bis zur Brücke sichtbaren Querschnitt (g. der Fig. 68), der immer von einem dunklen Halbmond absteigender Trigeminusfasern umgeben ist, von jetzt an als Nucleus terminalis Nervi V. bezeichnen.

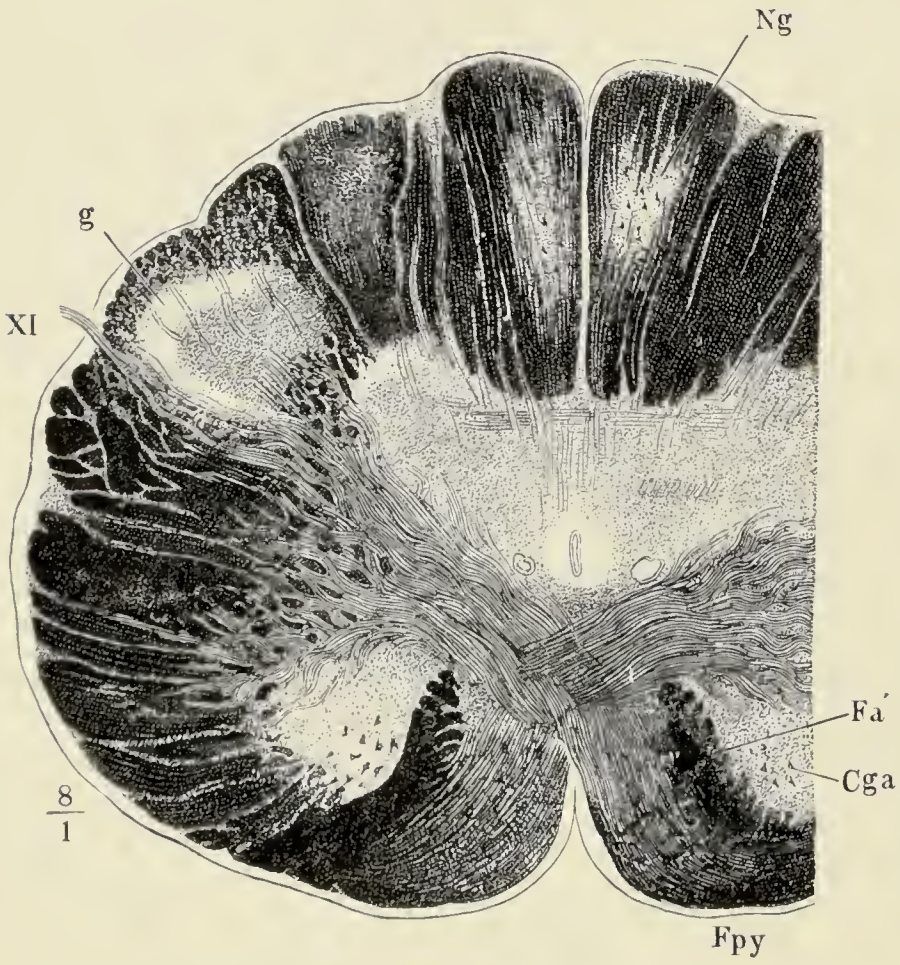


Fig. 68 nach (Henle).
Querschnitt des verlängerten Markes durch die Pyramidenkreuzung. *Fpy* Pyramidenstrang, *Cga* Vorderhorn, *Fa'* Vorderstrangrest, *Ng* Nucl. func. gracilis, *g* Subst. gelatinosa, *XI* N. accessorius.

Wenn Sie nun einmal eine Oblongata von der Dorsalseite betrachten, Fig. 40, dann sehen Sie, daß am frontalen Ende die Hinterstränge auseinander weichen und in der Tiefe den hier breiter werdenden Boden des Rückenmarkskanales sichtbar werden lassen. Was diesen Kanal dorsal bedeckt, das verdünnt sich in dieser Höhe zu einem vielgefalteten Plättchen, dem Plexus ventriculi quarti. Denn die Erweiterung des zentralen Hohlraumes, der wir hier oben begegnen, ist der Ventriculus quartus. An seinem Boden müssen wir dem Ihnen vom Rückenmark her nun wohlbekannten Eigenapparat begegnen.

In den Hintersträngen sind jetzt Verdickungen aufgetreten, es sind die Ihnen bereits früher genannten Kerne der Hinterstränge, dieselben, in denen die aufsteigenden Dorsalwurzelfasern enden. Der medialere heißt Nucleus funiculi gracilis, der laterale Nucleus funiculi cuneati. Sie lagern sich mitten in die Stränge ein und in ihnen erschöpfen sich allmählich die Hinterwurzelfasern. Auf Fig. 68 sind sie schon zu sehen, etwas weiter frontal, auf dem Fig. 69 abgebildeten Schnitte sind die Wurzelfasern des medialeren Hinterstranges fast alle schon in der grauen Substanz der Kerne verschwunden. Aber aus

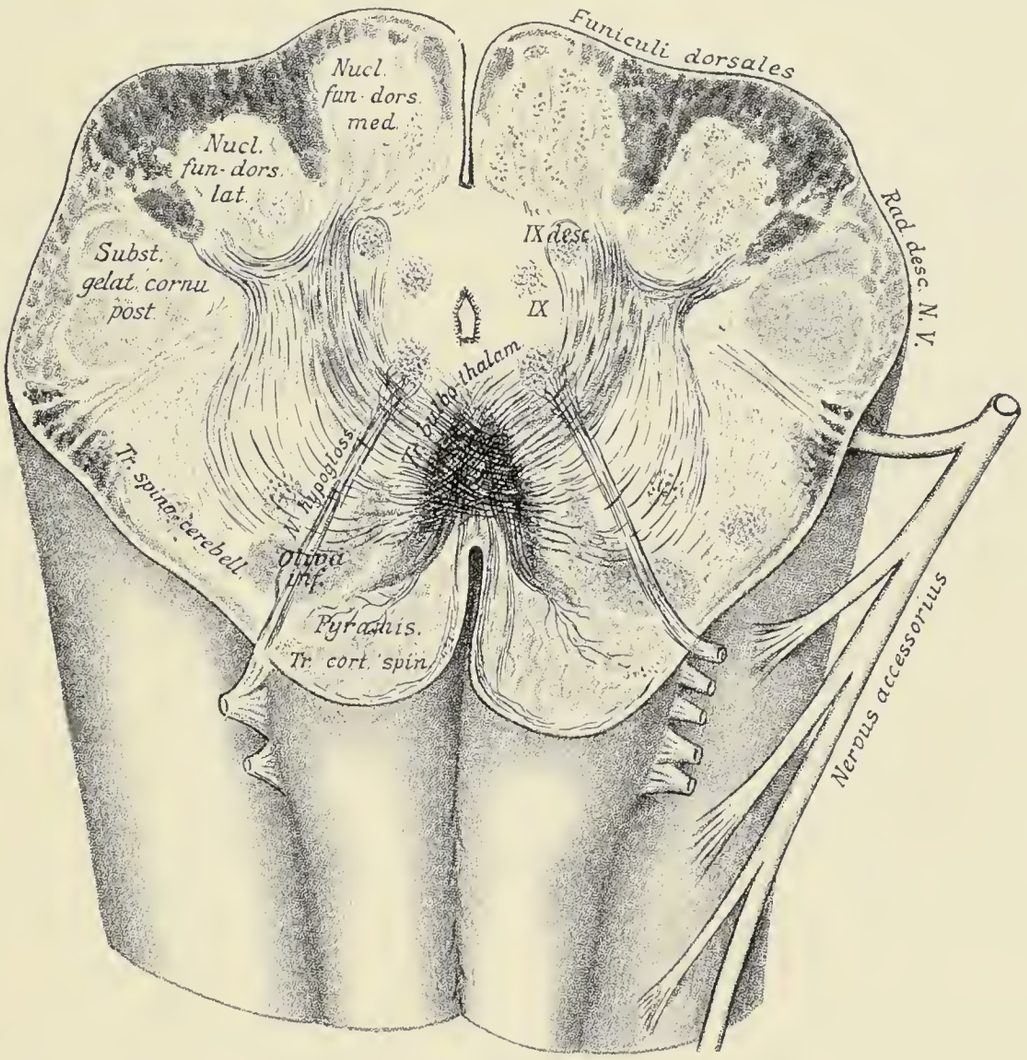


Fig. 69.
Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus dem 9. Monate. Die Kreuzung aus den Hinterstrangkernen markhaltig.

dieser entwickelt sich nun eine neue Bahn, die in prachtvollen Bogenfasern die ganze Oblongata durchquert, in deren Mittellinie kreuzt und nun beiderseits von derselben als dicke hirnwärts ziehende Bahn zu sehen ist. Es ist der Tractus zum Thalamus, der Tractus bulbothalamicus, der bereits früher nach seinem Wesen geschildert wurde. Fig. 58. Seine Querschnitte heißen von früher her Olivenzwischenschicht, weil sie zwischen den Oliven liegen. Das sind große vielgefaltete Ganglien, die mit ihren Nebenganglien, den Nebenoliven schon außen an der Oblongata mächtige Hervorragungen schaffen, wie

an Fig. 67 zu sehen ist. Auf dem Schnitt Fig. 69 sind sie noch ganz klein, wenn sie aber ca. einen Zentimeter frontal ihre volle Dicke erreicht haben, dann ist das typische Bild des Oblongataquerschnittes zustande gekommen. Fig. 70 zeigt das Ihnen. Jetzt liegen die Tractus cortico-spinales ganz ventral, fertig gekreuzt, dorsal von ihnen ist die hohe Schicht der Tractus bulbo-thalamici und ganz dorsal außen liegen noch kleine Reste der Hinterstrangkerne, an denen sich die Dorsalwand des zentralen Hohlraumes eben zur Membrana chorioidea verdünnt, um den Plexus chorioideus Ventr. IV zu bilden.

Der ganze Eigenapparat, den Sie vom Rückenmark her kennen, ist nun weithin nach hinten gedrängt und in seiner früher schmetterling-

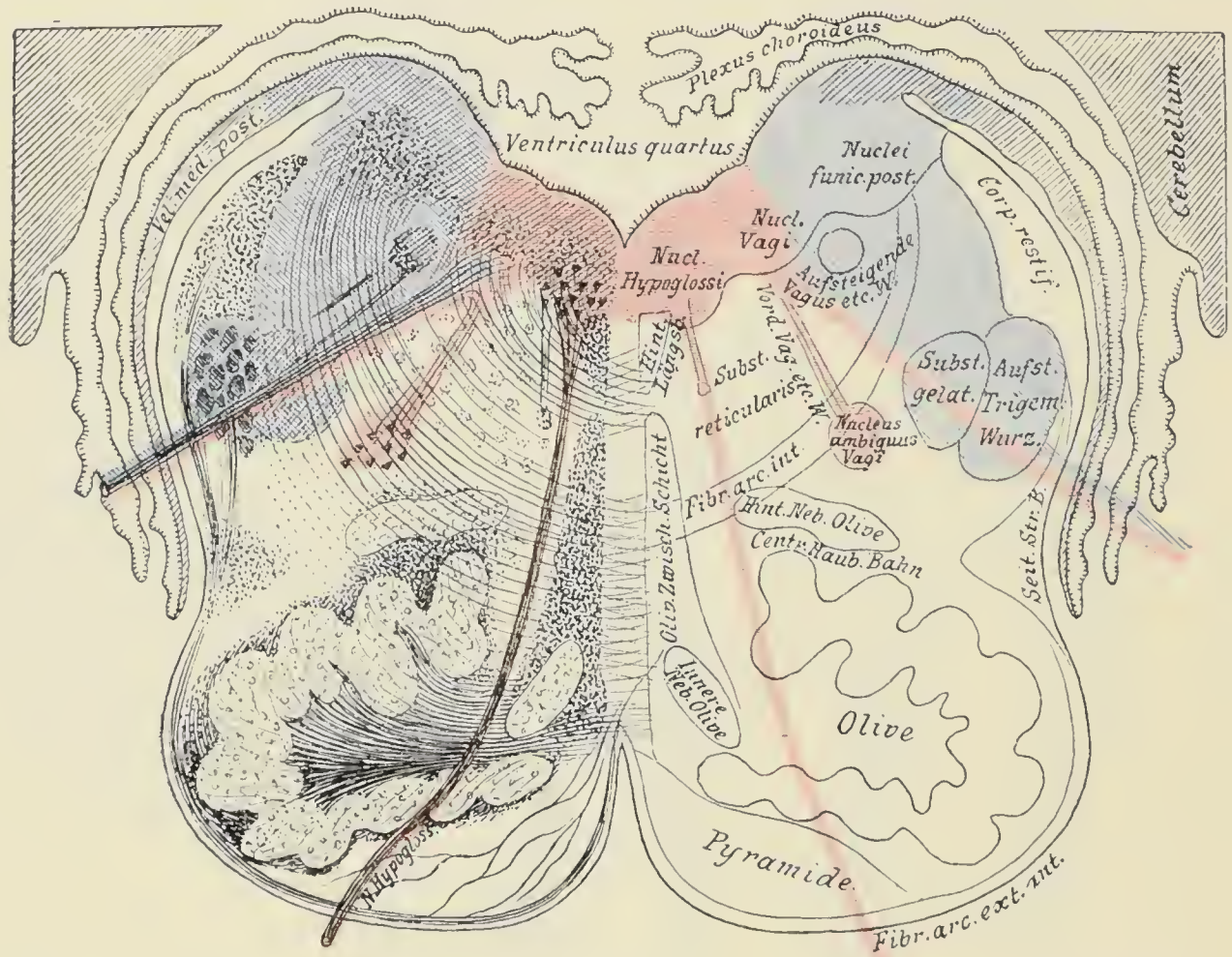


Fig. 70.

Schema der Anordnung des Oblongataquerschnittes. Pars sensoria blau, Pars motoria rot.

flügelartigen Figur gar nicht mehr zu erkennen. Aber da hier alle motorischen Kopfnerven entspringen und alle sensiblen aus ihren Ganglien — Ganglion jugulare, Glossopharyngei, Gasseri — enden, so müssen wir jetzt untersuchen, wo diese Stätten liegen, die wir am Rückenmarke in einfacher Anordnung kennen gelernt haben.

In der obigen Figur sind die Endstätten der sensiblen Nerven blau, die Ursprungsstätten der motorischen rot gefärbt. Da sehen Sie denn sofort, daß durch die Umlagerung der Bahnen und die Verbreiterung des Zentralkanales eine Art Aufbiegen der Schmetterlingsfigur stattgefunden hat, derart, daß die nach hinten gestreckten Hörner nun lateral herunter gebogen sind. Noch liegen die Vorderhörner am alten

Platze, nur eine Kerngruppe hat sich ventralwärts von ihnen getrennt. Diese entsendet die Fasern des Nervus accessorius, die Vorderhörner selbst senden den Nervus Hypoglossus aus, dessen Wurzelfasern jetzt einen weiten Weg durch die ganze Oblongatadicke hindurch haben. Die Wurzelfasern aus der Accessoriuskernsäule ziehen gar nicht mehr direkt hinaus, sie treten erst dorsalwärts, machen dann ein Knie und wenden sich lateral.

Diese Kernsäule, welche hier den Accessorius abgibt, erstreckt sich weithin frontalwärts, bis dahin, wo die Kaumuskelfasern des Trigeminus abgehen, die ihr auch entstammen. Unterwegs gibt sie dem Vagus motorische Fasern — hier heißt sie Nucleus ambiguus, s. Fig. 70, und bildet auch den Nucleus nervi facialis.

Der mediale Teil des Vorderhornes bleibt langhin als Hypoglossuskern bestehen, dann hört er für eine Strecke auf, um noch einmal wieder genau an gleicher Stelle als Abgangskern für den Abducens aufzutreten.

Auf der Grenze zwischen Vorder- und Hinterhörnern findet man das ganze Rückenmark hindurch die Zentren für die viscerale Innervation. Auch hier oben in der Oblongata ist es so, aber diese Zentren sind nun sehr mächtig geworden, es sind die motorischen und sensiblen Vaguskerne. Noch weiter lateral gelangen wir in Fig. 70 dann in das Areal der sensiblen somatischen Endstätten. Hier liegen dann noch die Endkerne der Hinterstränge und die Trigeminuswurzel.

Das Lageprinzip ist als gar nicht so sehr geändert, wie es zunächst den Anschein hat. Die Oblongatakerne liegen ganz wie die Rückenmarkkerne, nur ist durch die mächtige Umlagerung der Fasern und die Erweiterung des Zentralkanales eine Abflachung der für den Eigenapparat des Rückenmarkes typischen Figur zustande gekommen. Auch ist ebendadurch alles mehr dorsal gerückt.

Der Accessorius innerviert außer dem Sterno-cleido-mastoideus und einem Teil des Trapezius bekanntlich durch den mit dem Vagus verlaufenden Laryngeus inferior, die Stimmuskeln. Es ist viel darüber gestritten worden, ob die Kerne dieses letzteren Anteiles im Vagus- oder im Accessoriuskerngebiete liegen. Am einfachsten ist die Auffassung, daß es sich hier um einen eigenen zum Accessorius tretenden motorischen Nerven handelt. So ist es auch in Fig. 71 dargestellt, die Ihnen die ganze Vagus-Accessoriusgruppe von oben gesehen darstellt. Die receptorischen Vagusfasern treten aus dem Ganglion jugulare mit vielen Wurzeln in den langgestreckten Endkern. In diesem liegt auch eine Gruppe motorischer Zellen. Es ist eben ein viscero-sensorischer und viscero-motorischer Apparat, wie das auch aus den neben an die Figur geschriebenen mannigfachen Funktionen der einzelnen Vagusbündel hervorgeht. Teile des Vaguskernes ragen bis in die Abganghöhe des Cerv. I hinab.

An dem frontalen Ende des Vaguskernes tritt ein Teil der Wurzelbündel des Nervus glossopharyngeus ein, ein anderer, der größere, endet weiter kaudal, als absteigendes Bündel.

Diesem absteigenden Bündel liegt auf die ganze Länge ein rundlicher Endkern an. Man bezeichnet diesen Komplex als Fasciculus solitarius. Er ist schon ganz nahe am Rückenmark vorhanden und

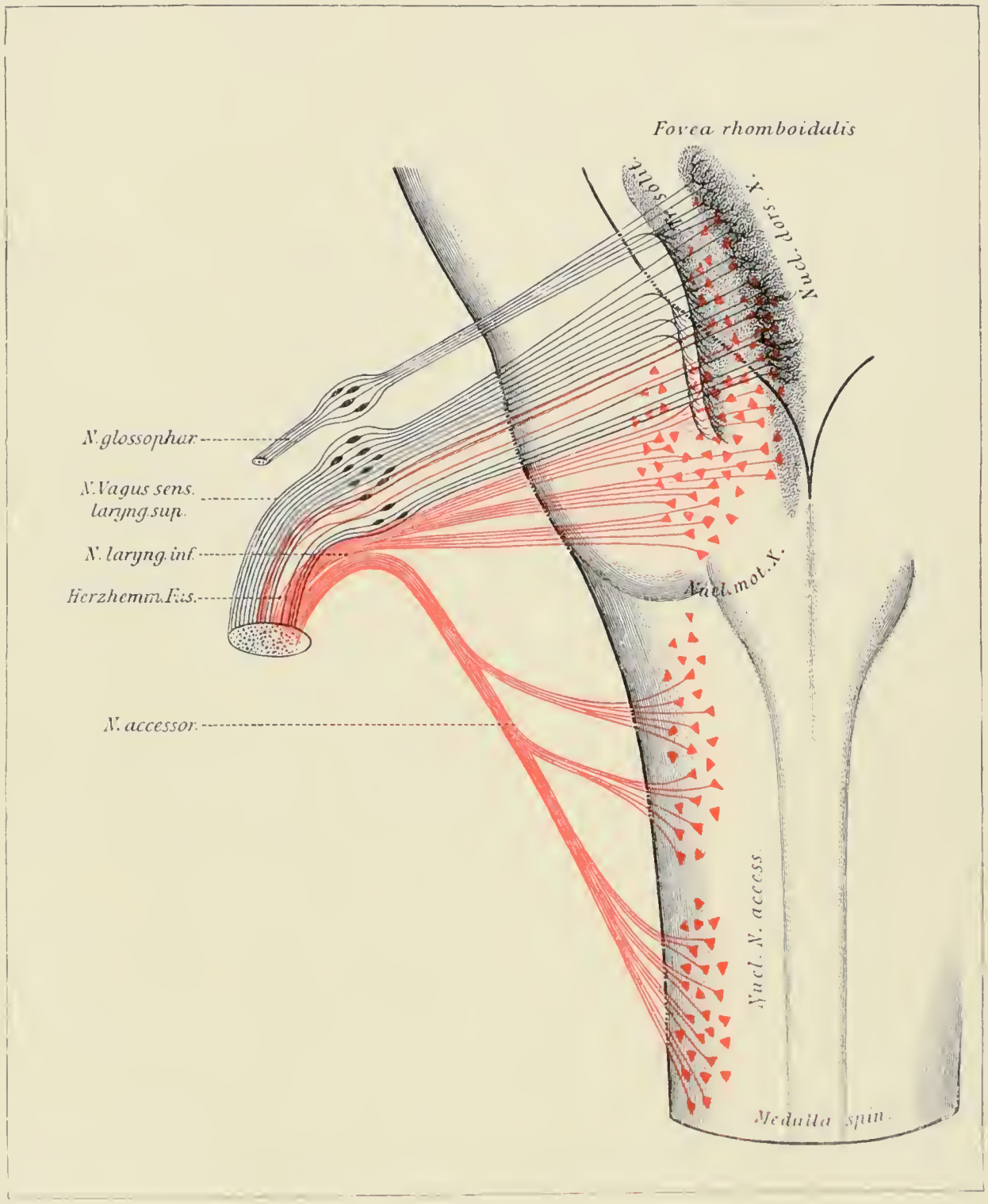


Fig. 71.
Der Ursprung des Nervus Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius beim Menschen. Halbschema.

reicht hirnwärts bis zur Mitte der Brücke. Dieser lange dünne Endkern scheint der zentrale Kern für die Geschmacksrezeptionen zu sein, denn ganz frontal nimmt er einige Trigeminusfasern, weiter kaudal die Fasern der Chorda tympani — sie heißen hier als Wurzel Nervus intermedius — und hinten schließlich den typischen Geschmacksnerven, den Glossopharyngeus, auf.

Jetzt wo Sie die Hirnnervenkerne zumeist kennen gelernt, jetzt werfen Sie einen Blick auf den Boden der Rautengrube, wie ihn Fig. 91 zeigt, um zu sehen, wie in der Aufsicht hier in engstem Raume die wichtigsten Eigenapparate beisammen liegen. Der Vaguskern schimmert als grauer Flügel — Ala cinerea — in der Fovea vagi durch, der einzigen Stelle, wo er nicht medial vom Hypoglossuskerne und lateral von dem noch nicht beschriebenen Endkern des Hörnerven bedeckt ist. Beim Anblick dieser Figur wird Ihnen auch sofort klar, warum ein einziger Stich in den kaudalen Rautengruben-

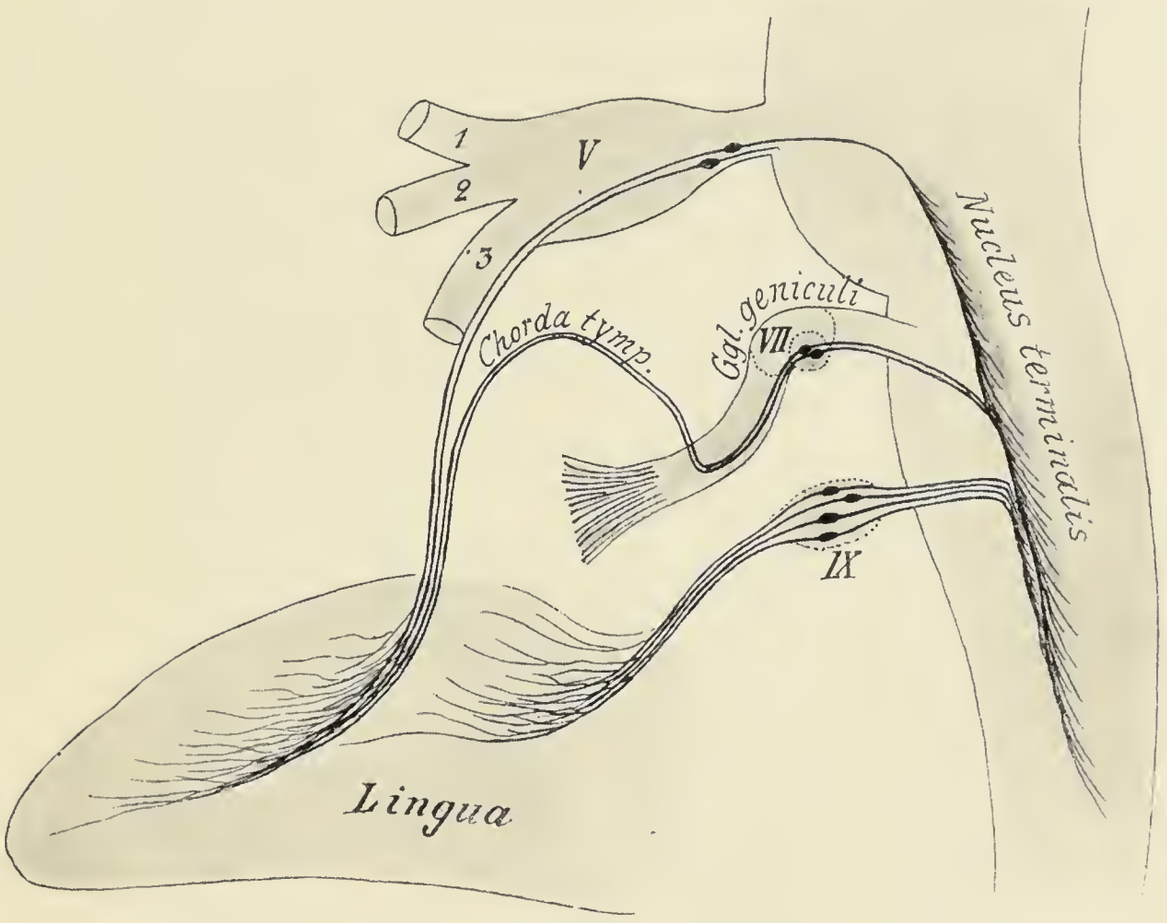


Fig. 72.
Die zentralen Endigungen der Geschmacksnerven.

boden Herz und Atmung lähmend, das stärkste Tier sofort darniederschmettert.

Aus dem Rückenmarke kennen Sie noch das Prinzip der Assoziationszellen, der Zellen, welche mit mehrgeteiltem Fortsatze verschiedene Längen des Eigenapparates in sich verbinden. Dieser Assoziationsapparat ist nun in der Oblongata ganz enorm ausgebildet, denn nirgendwo liegen ja so viel Zentren, die gemeinsame Arbeit verlangen, beisammen als an dem Orte des Nervensystems, von dem aus Herzschlag, Atmung, Schlucken und so manches andere regiert werden. Es ist deshalb ventral von der Kernregion, zwischen dieser und der Olive, s. Fig. 70, ein ungeheures, gewöhnlich als Sub-

stantia reticularis bezeichnetes Areal entstanden, das fast ganz aus solchen Assoziationsbahnen besteht. Aus ihm gelangen Faserzüge hinauf, hirnwärts und hinab bis in den oberen Teil des Rückenmarkes. Das gesamte Oblongatagrau wird seit Meynerts großen Arbeiten als Tegmentum, Haube bezeichnet und deshalb wollen wir den mächtigen Assoziationskern als Nucleus motorius tegmenti bezeichnen.

Dieser Kern dient höchst wahrscheinlich auch dem Tonus un-

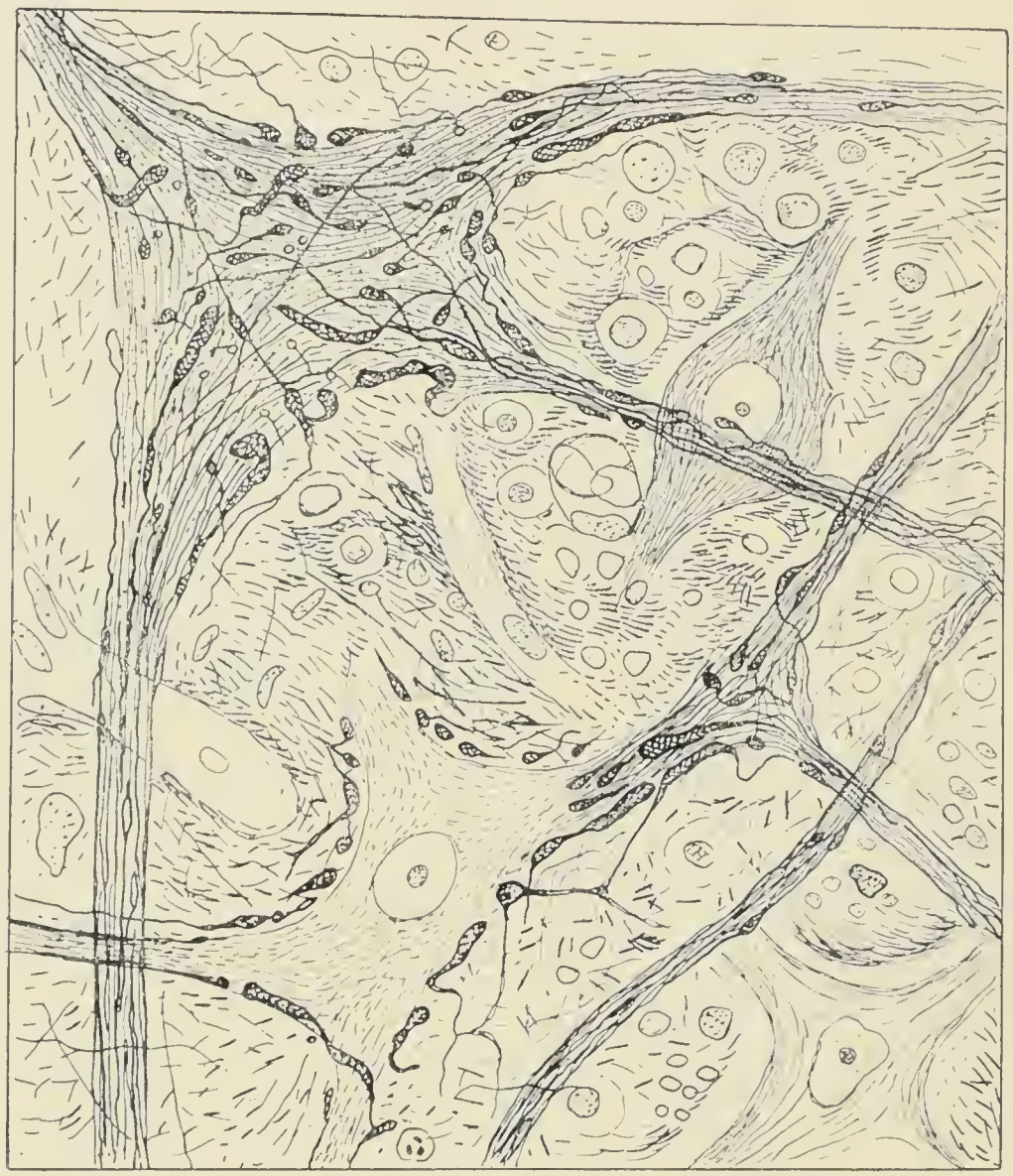


Fig. 73.
Substantia reticularis in der Oblongata des Kaninchens. An alle Zellen legen sich Endplatten aus Bahnen anderer Herkunft, zumeist wohl aus dem Kleinhirn. Nach S. Ramon y Cajal.

serer Gesamtmuskulatur. Bahnen aus seinen großen, den motorischen Rückenmarkzellen gleichenden Elementen gelangen vielfach an motorische Wurzelapparate und von den Kleinhirnkernen gehen Fasern aus, die sich an diese Zellen anlegen. Reizung des Nucleus motorius tegmenti erzeugt, ebenso wie Reizung der Kleinhirnkerne, schwere Muskelkrämpfe. Man spricht deshalb von einem „Krampfzentrum“ in der Oblongata und die wichtigste Folge einer Abtrennung der Oblongata vom Rückenmarke ist das vollständige Aufhören des Tonus, der die Statik aufrecht erhält, des Tonostatus.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß innerhalb der Formatio reticularis diejenigen Verbindungsfasern verlaufen, welche Facialis-, Vagus und Phrenicuskern zu gemeinsamer Tätigkeit bei der Atmung assoziieren. Ebenso sind dort Faseranordnungen gegeben, welche sehr wohl den Beziehungen zugrunde liegen können, welche zwischen Herzaktion und Atmung bestehen.

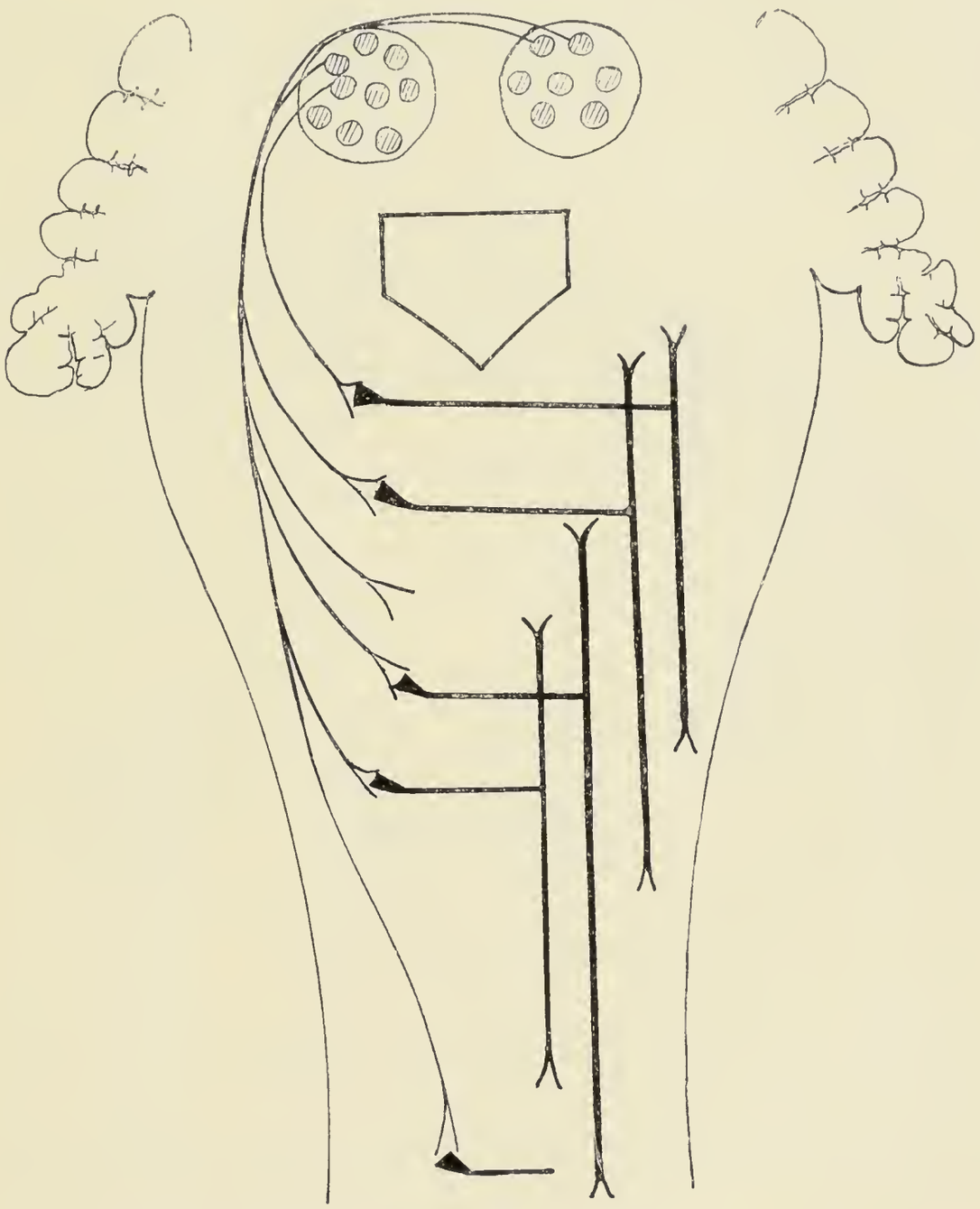


Fig. 74.
Schema der Substantia reticularis und ihrer Beziehungen zum Kleinhirn.

Zum Eigenapparat gehört schließlich noch: die Olive, Nucleus olivaris inferior, ein Hohlkörper von der Form eines Eies etwa, dessen Oberfläche außerordentlich stark gefaltet ist. Medialwärts hat sie einen langen, breiten Spalt — Hilus nuclei oliv. Den vielgefalteten Querschnitten sind Sie bereits auf manchen Schnitten begegnet, die ich Ihnen vorgelegt habe. Die Olive hat frisch eine graue, durch-

sichtige Färbung, weil sie wesentlich aus dichter Gliamasse besteht, in die vielverästelte Ganglienzellen eingelagert sind. Diese Zellen senden einen langen Stammfortsatz zum Cerebellum, und um sie herum verzweigen sich die Endpinsel verschiedener anderer Fasersysteme, besonders solche aus dem oberen Rückenmark, dem Kleinhirne und aus dem Thalamus.

Die starke Ausbildung der Olive beim Menschen und den Primaten, die ganz geringe bei auf kurzen Beinchen einhergehenden Säugern, läßt daran denken, daß die Olive irgend etwas mit dem aufrechten Gange zu tun hat.

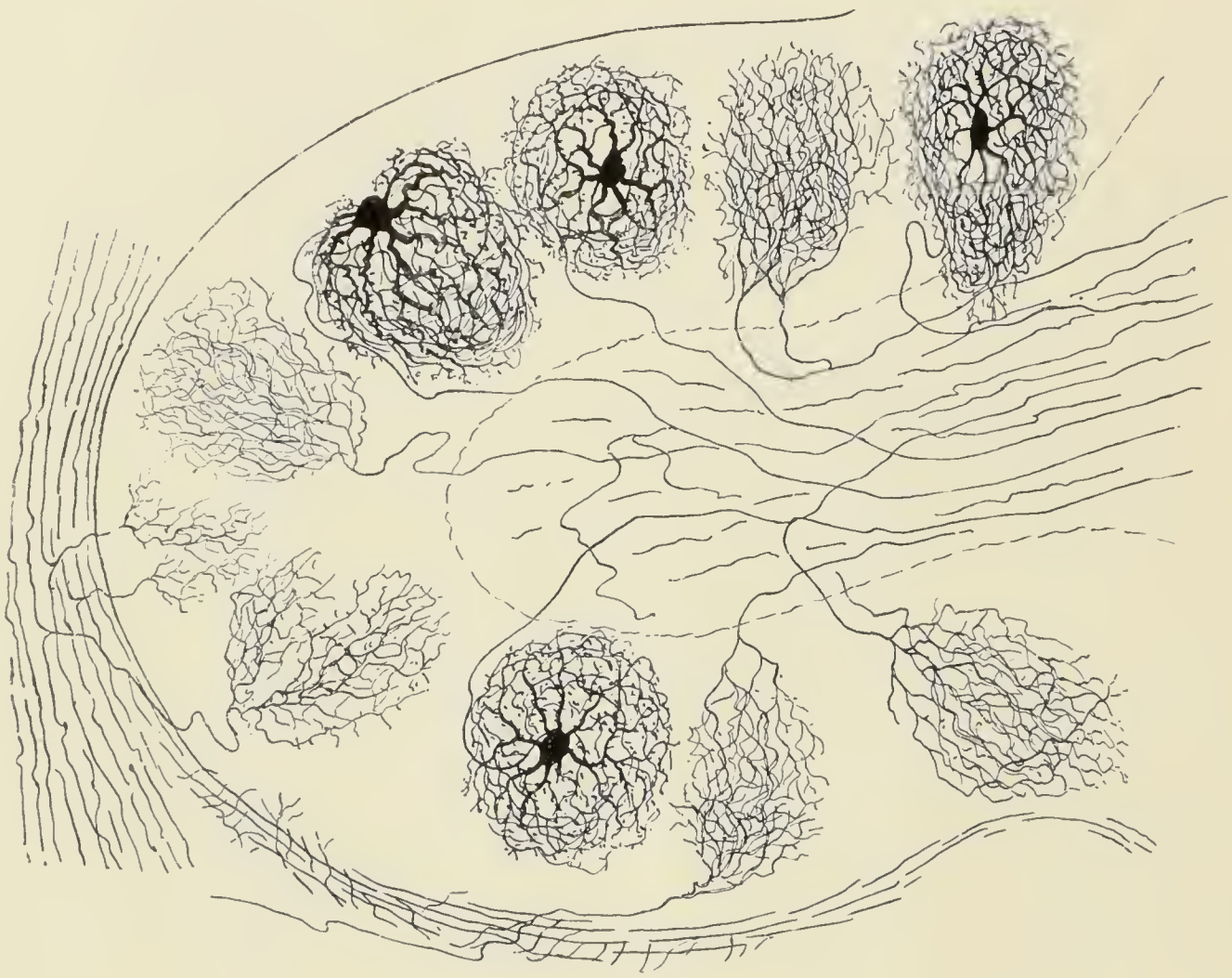


Fig. 75.
Übersicht über den Bau der Olivenwand. Kombiniert aus Zeichnungen S. Ramon y Cajals.

Lateral sowohl als dorsal von der Olive liegen die innere und hintere Nebenolive, Kerne, die ähnlich gebaut sind, wie die Oliven, und wie diese von den Fibrae arcuatae durchbrochen werden.

So hätten wir im wesentlichen kennen gelernt, was den Eigenapparat der Oblongata ausmacht. Ehe wir uns nun zu den Verbindungen desselben wenden, wollen wir einmal zusehen, was er allein leisten kann. Der Zufall, den pathologische Prozesse schaffen, kommt uns hier zu Hilfe. Man hat manchmal Gelegenheit, menschliche Mißbildungen eine Zeitlang lebend zu beobachten, bei denen Zwischenhirn und Großhirn ganz fehlen. So besaß eine von Sternberg beobachtete Frucht nur ein Rückenmark und das Grau des Hinter- und Nachhirnes;

die frontalsten noch erhaltenen Gebilde lagen dicht kaudal von den hinteren Vierhügeln. Sie schrie kräftig, saugte beim Einführen der Finger in den Mund, ja ließ dadurch ihr Schreien stillen. Die Lider konnten bis zu gewisser Höhe spontan geöffnet werden, sie schlossen sich auf Reize, auf Berühren oder Kitzeln der Nasenschleimhaut. Machte man dem Wesen „unangenehme Eindrücke", bewegte man seine Extremitäten, berührte man es mit der Nadel oder mit Eis, so verzog es die Miene, ja es kam gelegentlich zu röhrenartigem Vorstrecken der Lippen, Schnauzenbildung, wie es auch andere Säuglinge unter gleichen Umständen als Unlustausdruck von sich geben. Das Kind seufzte auch deutlich, wenn die Hand mit Eis berührt wurde. Zu den Rückenmarkreflexen muß wohl gerechnet werden, daß es den hingestreckten Finger umschloß.

Man sieht, wie viel von dem, was man leicht zu den wirklich höheren seelischen Tätigkeiten rechnet, schon im Mechanismus der Oblongata und des Rückenmarkes begründet ist. Diese enthalten den vollständigen Apparat, welcher für die Verarbeitung ankommender Reize zu motorischen Äußerungen notwendig ist, alles auch, was den vitalen Funktionen, der Atmung, der Herzaktion usw. dient. Fehlen der Großhirnzüge zum Rückenmark, ja ihr Untergang macht nicht lahm, es wird nur die Möglichkeit zu komplizierteren Funktionen dadurch verloren. Die Oblongata enthält den ganzen Sprech- und Schreiapparat, sie ist es, welche den ersten Schrei des Kindes mechanisch ermöglicht, aber erst durch die Tractus cortico-bulbares gelangen in sie Erregungen aus der Sprachregion der Rinde. Untergang dieser Bahn macht nicht stumm, aber er vernichtet beim Menschen die Fähigkeit zur Rede.

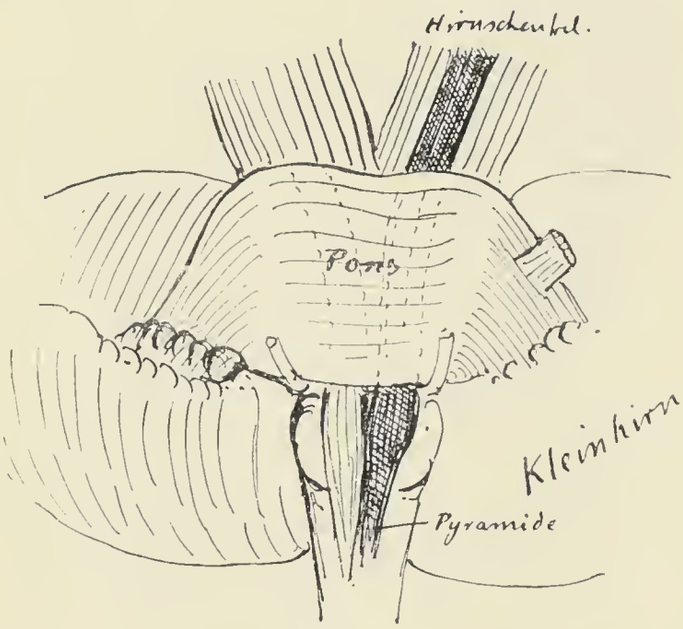


Fig. 76.
Entartung der linken Pyramide nach einem Herd im Großhirn.

Der Eigenapparat der Oblongata wird umgeben von den Faserbahnen, welche aus höheren Zentren zum Rückenmarke oder vom Rückenmark frontalwärts ziehen. Die Tractus cortico-spinales, die Pyramiden kennen Sie bereits. Wie sie sich unter teilweiser Kreuzung aus dem Rückenmarke entwickeln, das hat Fig. 68 gezeigt. Bis frontalwärts in die Brücke lassen sich die Bündel verfolgen. Dort tauchen sie, Fig. 76, in die Tiefe und werden von den Brückenfasern in viele Einzelbündel gespalten. Erst am frontalen Brückenrand kommen sie

wieder zum Vorschein, um dann in den Hirnschenkeln zur Rinde zu ziehen.

Am frontalen Brückenende, ja schon innerhalb des Hirnschenkels, sondern sich von den Bahnen, welche für die motorischen Kerne des Rückenmarkes bestimmt sind, diejenigen ab, welche zu den Oblongatakernen ziehen, die Sprach- und Schluckbahn also. Dieser Tractus cortico-bulbaris tritt, kaudalwärts ziehend, immer weiter dorsal und gibt, mit einzelnen Bündeln in der Mittellinie kreuzend, dem Facialiskern, dem Hypoglossuskern und wahrscheinlich auch dem Accessoriuskern Züge ab.

Fig. 77.
Schnitt durch die Oblongata auf der größten Breite der Oliven.

Die lateral zum Kleinhirne ziehenden Kleinhirnseitenstrangbahnen aus dem Rückenmarke sind Ihnen sicher noch erinnerlich. Suchen Sie deren Lage in Fig. 77 auf. Ventral und etwas weiter medial, da wo der dorsale Rand der Olive heraustritt, liegen dicht an den Kleinhirnbahnen die Fasern des Tractus spino-thalamicus. Mit einem Teil der ersteren zusammen bilden sie das in Fig. 70 als Seitenstrangbündel bezeichnete jetzt Tractus antero-lateralis ascendens genannte Areal. Die Rückenmark-Kleinhirnbahnen wenden sich, wie das auf Fig. 77 ganz gut zu sehen ist, am Außenrande der Oblongata dorsalwärts zum Cerebellum, das ja gerade über der Oblongata liegt. Hier nun gesellen sich ihnen die mächtigen Bogenfasern aus der Olive der gekreuzten Seite, Fig. 78, Fasern, die gleich denen aus den Hinter-

strangkernen die ganze Oblongata durchmessen. Sie heißen Tractus olivo-cerebellares.

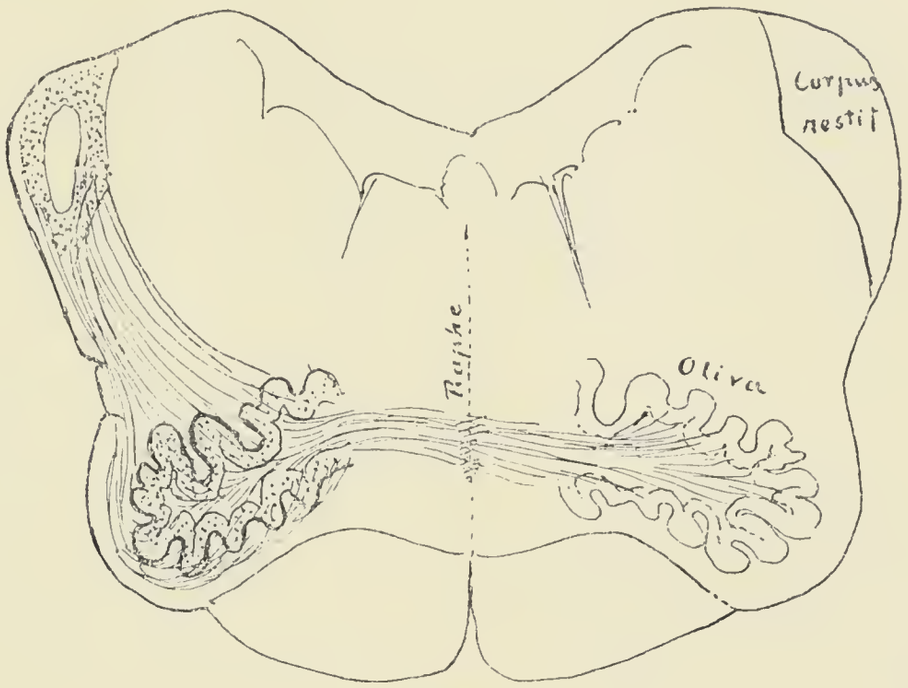


Fig. 78.
Der Oliven-Kleinhirnanteil des Corpus restiforme. Das weißgelassene Feld im linken Corpus restiforme gibt die Lage des Rückenmarkanteiles an.

Man nennt die ganze zum Kleinhirn in Beziehung geratende Fasermasse am dorsalen lateralen Rande der Oblongata Corpus restiforme; es ist die schwarze Masse oben links in der Figur 77. Das Corpus restiforme besteht also aus dem mächtigen aus den Oliven zum Kleinhirn strömenden eben geschilderten und aus dem kleineren von dem Rückenmarke her stammenden Anteile. Dem letzteren gesellen sich noch einige Fasern, die in großen Bogen die Außenseite des ganzen verlängerten Markes in individuell sehr verschiedener Menge überziehen. Diese Fibrae arcuatae externae stammen zumeist aus den Pyramiden aufgelagerten Kernen, den Nuclei arciformes. Das sind nur kaudale Brückenanteile. Einige andersartige Bogenfasern kommen, um die dorsale Peripherie der Oblongata ziehend, aus den Hintersträngen. Fig. 79. Schließlich treten im Corpus restiforme Kleinhirnfasern zum Nucleus mot. tegmenti, die wir später näher kennen lernen müssen.

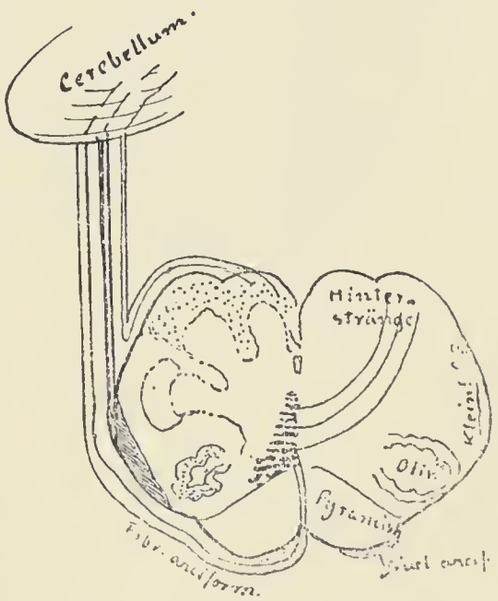


Fig. 79.
Der Rückenmarksanteil des Corpus restiforme.

Zehnte Vorlesung.

Die Brücke.

M. H.! Wenn Sie einen Blick auf die nachstehende Figur werfen, dann erkennen Sie, daß am frontalen Ende der Oblongata, da, wo die Pyramiden von mächtigen zum Kleinhirn ziehenden Fasern der Brücke überdeckt werden, ganz besonders komplizierte Verhältnisse vorliegen müssen. Vier starke Nerven gehen jederseits ab, das Kleinhirn tritt mit seiner Faserung auf, die Oliven enden.

Lassen sie uns einen Schnitt dicht kaudal von der Brücke anlegen und zusehen, wie sich hier die Lageverhältnisse gestalten. Ich wähle, weil die Verhältnisse einfacher sind, eine Oblongata vom Neugeborenen (Fig. 81).

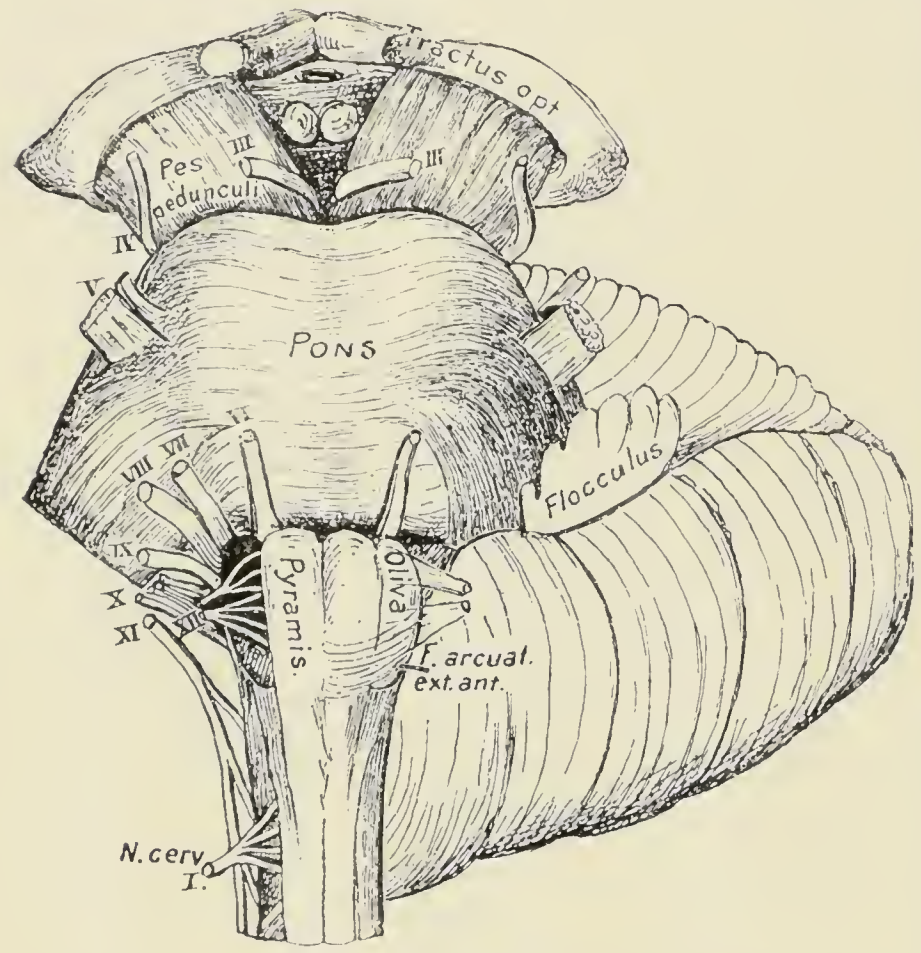


Fig. 80.
Ventrale Ansicht der Oblongata, des Pons, des Cerebellums und der Hirnschenkel.

Die marklosen Pyramiden ventral, die bereits markhaltige Schicht der Tractus bulbo-thalamici kennen Sie ja schon, auch die dorsalen Längsbündel und die Quintuswurzel sind Ihnen bekannt. Im sensiblen Felde ist der Endkern des Vestibularis schon auf dem letzten Schnitte sichtbar gewesen. Vagus und Hypoglossuskern sind verschwunden, der Vestibulariskern und medial von ihm ein dem Wesen nach unbekannter Kern, der Nucleus funiculi teretis, nehmen ihren Raum nun ein. Da, wo kaudal der Laryngeuskern, Nucleus ambiguus vagi, gelegen hat, ist eine stärkere Zellgruppe aufgetreten. Die ihr dorsalwärts entströmenden Fasern gehören dem Nervus facialis an. Alle sind nahe dem Rautengrubenboden abgeschnitten, weil sie hier horizontal abbiegen, um weiter vorn scharf ventral zu der Wurzel zu ziehen, die Sie dicht vor der Brücke austreten sehen. Lateral von der Vestibulariswurzel erkennen Sie das Corpus restiforme. Seine Olivenbahnen sind noch marklos und nur im Zentrum sehen Sie als markhaltige Bahn den Tractus spino-cerebellaris dorsalis zum Kleinhirne

ziehen. Der analoge ventrale Zug bleibt, wo er weiter hinten schon war, lateral von der Olive liegen. Zwischen dem Kleinhirn und dem Corpus restiforme ist eine ganz neue Bildung aufgetreten. Ein mächtiger Kern nimmt hier Wurzelfasern auf. Es ist der Nucleus nervi cochlearis. Auch eine graue Masse, die sich von ihm aus dorsalwärts erstreckt, das Tuberculum acusticum, nimmt Cochlearisfasern auf.

Der achte Hirnnerv besteht aus zwei Nerven, für die verschiedene Funktion nachgewiesen ist. Es ist deshalb der Vorschlag gemacht worden, die beiden Bündel — Nervus cochleae und Nervus vestibuli — ganz zu

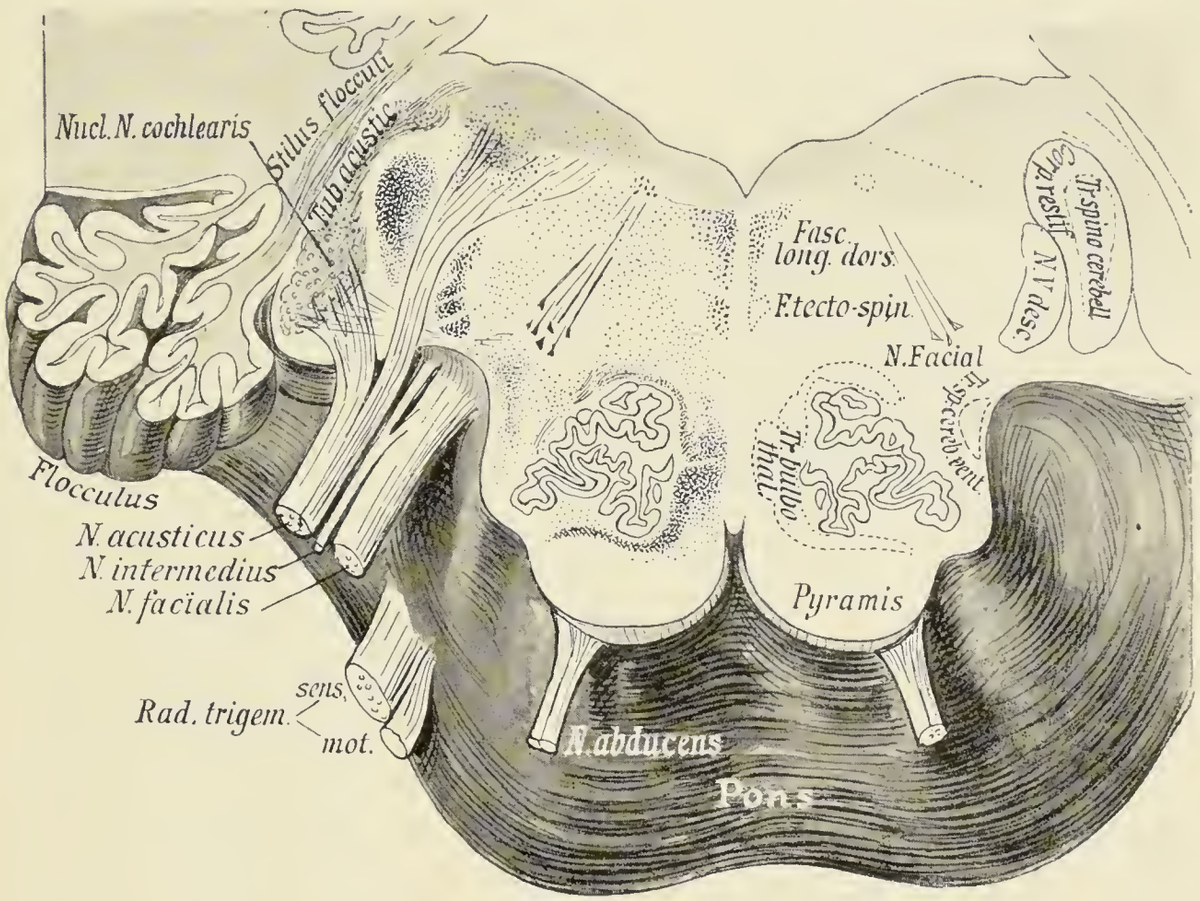


Fig. 81.
Schnitt durch die Oblongata, dicht kaudal von der Brücke. Kerne und Wurzeln des Facialis und des Acusticus.

trennen und den ersteren allein als Hörnerven, den anderen als Tonusnerven zu bezeichnen.

Der Nervus cochleae entspringt aus den Zellen des Ganglion spirale der Schnecke. Diese Zellen senden peripher einen feinen Ast aus, der sich rasch zwischen den Hörzellen aufzweigt, Fig. 9b, während zentralwärts, analog der hinteren Wurzel aus den Spinalganglien zum Rückenmark, die Hörnervenwurzel, eben der Nervus cochleae, abgeht. Seine Fasern treten alle in den großzelligen Cochleariskern und in dessen dorsale Verlängerung, das Tuberculum acusticum, ein, wo sie um die Zellen in feinen Pinseln aufsplittern.

Der Nervus vestibularis stammt aus Ganglienzellen, welche im Labyrinth und auch noch innerhalb des Nervenverlaufes liegen. Diese senden einen Zweig hinein zum Epithel der Sinnesapparate in den Ampullen, wo er sich außerordentlich fein um die Epithelzellenbasis herum aufzweigt, und einen zweiten hinaus in den Nerven. Von den beiden zum Akustikus zusammmentretenden Bündeln ist der Vestibularis das frontalere. Er tritt medial vom Corpus restiforme und der aufsteigenden Quintuswurzel, durch die Oblongata dorsalwärts,

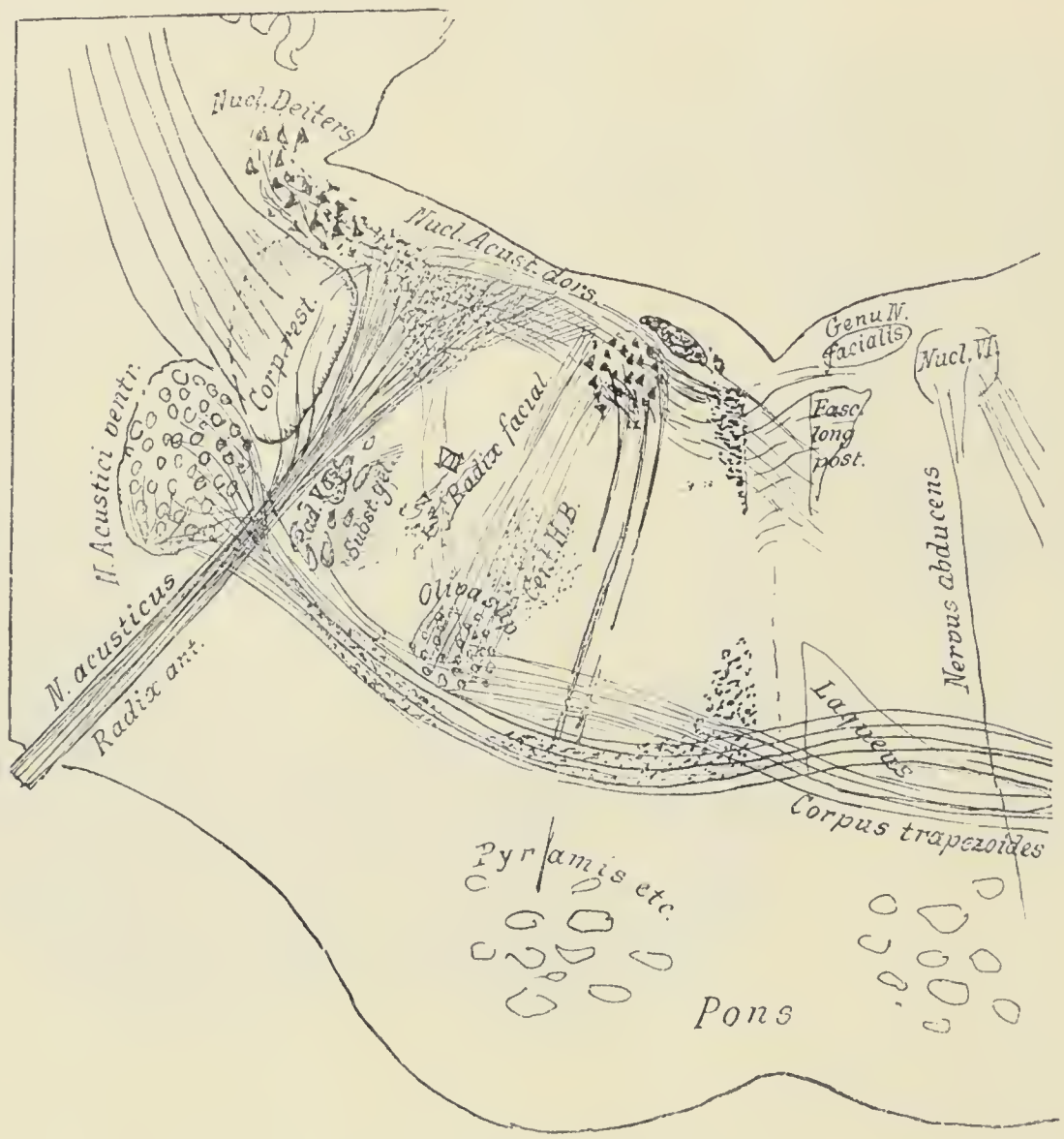


Fig. 82.
Schnitt in der Gegend des Abducensursprunges. Ursprung des N. vestibularis.

dem Bodengrau zu. Ein Teil seiner Fasern endet da in dem Fig. 82 abgebildeten dorsalen Kerne mit Endaufzweigungen. Die Fasern aber senden, ganz wie die in die Hinterstränge eintretenden Wurzeln der sensiblen Nerven, ehe sie im Grau sich aufsplittern, Teiläste in kaudaler Richtung, absteigende Akustikuswurzeln, die sich nahe den Hinterstrangkernen verlieren.

Ein dritter Teil des Vestibularis endet in der Seitenwand des Ventrikel (Nucl-angularis) und im Kleinhirne selbst. Hier liegt ventral eine mächtige, mehrgeteilte Kernmasse, ein cerebellarer Vestibularis-

kern. In der Fig. 83 ist die in das Kleinhirn eintretende Vestibularis-wurzel zu sehen. Man hat sie auch als „direkte sensorische Kleinhirn-bahn“ bezeichnet. Sie ist nämlich nur der Akustikusanteil eines auch dem Trigeminus und vielleicht auch dem Vagus zukommenden Systemes von direkten Fasern in das Cerebellum.

Der mächtige Nerv für den Tonus der Muskulatur und für die Aufrechterhaltung unseres Gleichgewichtes hat ausgedehnte Beziehungen zu einem anderen Fasersyteme, das dicht an seiner Eintrittsstelle entspringt, zu dem System des Deiterschen Kernes, dessen große Ursprungzellen, wie Fig.82 zeigt, gerade in seine zum Cerebellum tretenden Wurzelfasern eingebettet sind. Sie senden ihre Axenzylinder nach ganz verschiedenen Gegenden. Ein Teil, der Tractus vestibulo-spinalis, gelangt bis hinab in die Vorderseitenstränge des Rückenmarkes, und tritt dort wahrscheinlich zum Ursprung des motorischen Nervenapparates in Beziehung, ein anderer aber zieht medialwärts dicht unter dem Boden des Ventrikels bis fast an die Mittellinie der Oblongata. Dort schließt er sich den auf- und absteigenden Bahnen des dorsalen Längsbündels an.

Fig. 83.
Die gesamte Endfaserung des Vestibularis. Präparat von einem Hunde, bei dem sie degeneriert, weil das Labyrinth zerstört war.

Den dreieckigen Querschnitt dieses starken Faserzuges erkennen Sie auf allen bisher demonstrierten Oblongataschnitten ganz dorsal neben der Medianlinie. Hier verlaufen die Deitersschen Fasern hinauf zu den Oculomotorius- und Abducenskernen und hinab bis in den Halsteil des Rückenmarkes. Hier liegen auch Verbindungsfasern zwischen Oculomotorius- und Abducenskernen. Durch diesen Apparat, von dem sich vergl. anatomisch zeigen läßt, daß er nur eine lokale Hypertrophie des Nucl. mot. tegmenti ist, um den auch ganz ebenso wie um diesen Kleinhirnbahnen enden, wird der physiologisch längst nachgewiesene Einfluß des Labyrinthes auf den Muskeltonus erreicht. Vor allem ist

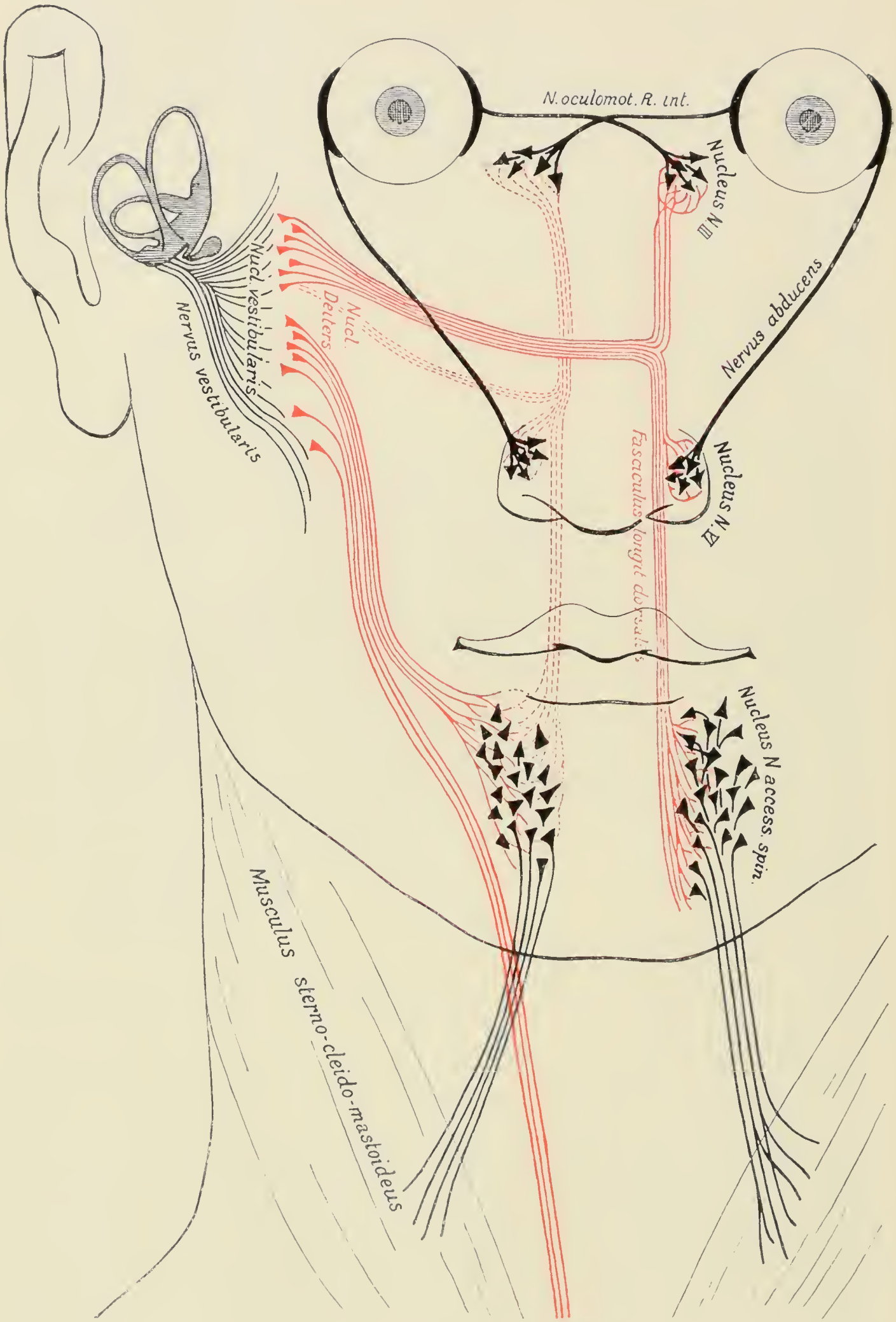


Fig. 84.

Der Apparat für die Assoziierung der Augen- und Kopfbewegungen. Schema der aus dem Deiterskern entspringenden Fasern. Der Kern ist in die Vestibularisendkerne eingelagert und sendet die meisten seiner Axencylinder in das dorsale Längsbündel.

dieses wichtig für die Augen- und Kopfstellung, die ja mit jeder Lageverschiebung im Raum sich assoziiert ändert. Beide Bewegungen sind durch das dorsale Längsbündel gleichseitig und gekreuzt zusammengeordnet. Fig. 84 versucht diese anatomischen Anordnungen im Bilde wiederzugeben.

In den Schnittebenen, welche den Cochleariskern enthielten, ist auch der motorische Kern des Nervus facialis bereits sichtbar (Fig. 81). Er besteht aus einer langen Säule von zu Gruppen angeordneten Zellen. Aus derselben entströmen fortwährend Fasern dorsalwärts. Sie sammeln sich allmählich zu einem kräftigen Bündel, das, unter dem Boden des Ventrikels angelangt, plötzlich eine scharfe Wendung in frontaler Richtung macht, um dann ebenso scharf abbiegend sich ventralwärts nach der Außenseite der Oblongata zu wenden. Die Facialiswurzel macht also ein doppeltes Knie. Siehe Fig. 86. In dieses Knie ist der Kern des Abducens eingelagert. Die Wurzeln des

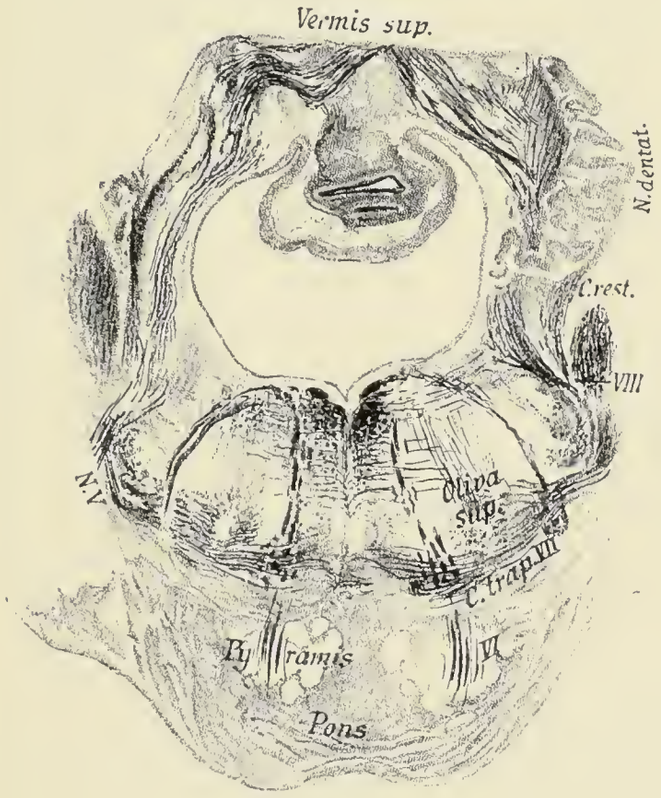


Fig. 85.
Kaudale Brücke des Neugeborenen. Wurzeln des Facialis, Wurzeln des Abducens.

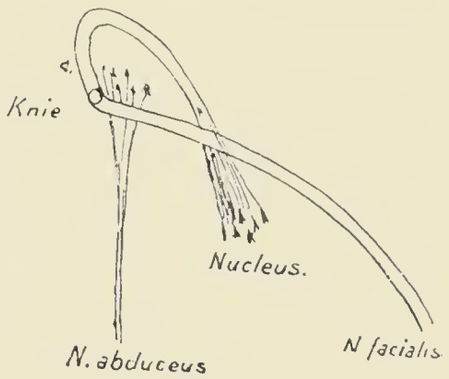


Fig. 86.
Schema des zentralen Verlaufes des N. facialis und des N. abducens.

Abducens gelangen in mehreren Bündelchen gestreckten Verlaufes, welche die Haube und die Brücke durchsetzen, an der Brückenbasis nach außen. Der im Facialisknie gelegene rundliche Kern steht medial durch Fasern mit dem gleichseitigen und dem gekreuzten hinteren Längsbündel in Verbindung.

In diesen Fasern vermutet man die anatomische Unterlage für die kombinierte Seitwärtsrichtung der Augen. Denn es enden zweifellos Fasern des dorsalen Längsbündels in dem weiter frontal gelegenen Kerne für den Einwärtsroller der Augen, Fasern, die also sehr wohl diesen mit dem gekreuzten Kerne der Auswärtsroller, in Verbindung bringen könnten. Unterbrechungen des dorsalen Längsbündels führen zu Verlust des Vermögens die Augen kombiniert nach der einen Seite zu drehen. Druck, Reizung des dorsalen Längsbündels führt zu zwangs-

weiser seitlicher Ablenkung der Augen in der Weise, daß „der Patient seine kranke Seite ansieht“. Einen solchen Herd zeigt Fig. 96 oben.

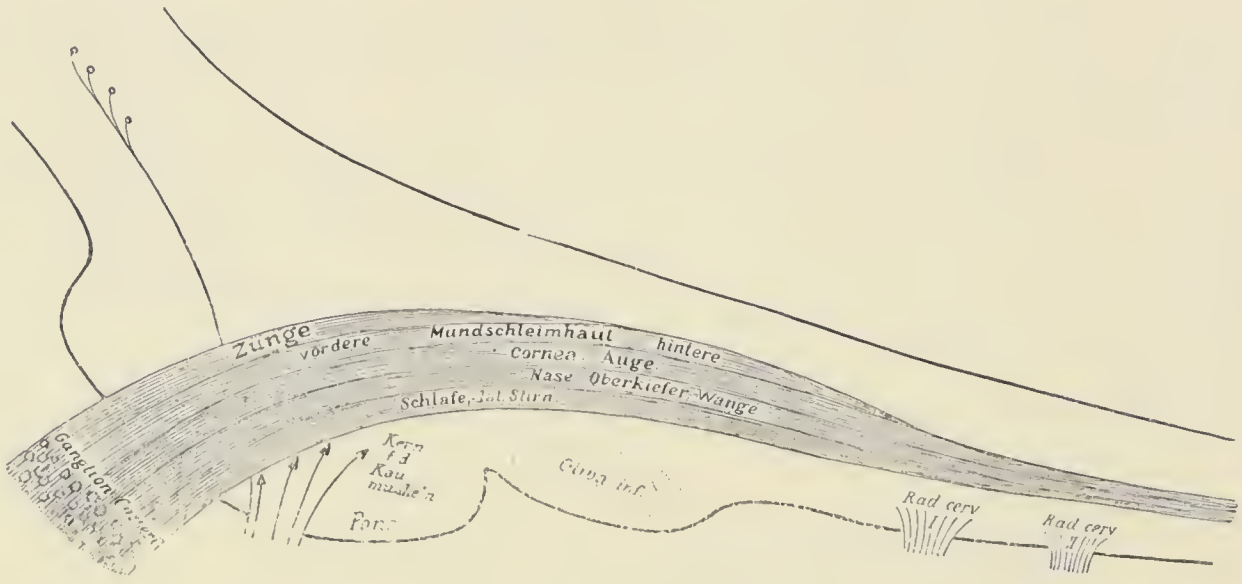


Fig. 87.
Sagittalschnitt durch die Trigeminuswurzeln. Die Funktionen der einzelnen Bündel eingezeichnet.

Frontal von dem Nucleus N. abducens taucht am Rautengrubenboden kein Hirnnervenkern mehr neu auf. Nur die lange Endkern-

Fig. 88.
Schnitt an der Stelle, wo der Trigeminus eintritt und seine absteigende Wurzel kaudal abbiegt. Trigeminuswurzeln.

säule des Trigeminus, die wir schon seit der Betrachtung des oberen Rückenmarkes kennen, ist noch vorhanden. Die Wurzeln dieses Nerven, von denen Sie schon wissen, daß sie aus den Zellen des Ganglion Gasseri stammen, sehen Sie auf Fig. 88 in die Brücke eintreten. Sie durchbrechen deren Faserung und enden, indem sie sich zumeist kaudalwärts wenden, an dem langen bis in den Rückenmarksanfang herabreichenden Endkerne, den sie als immer dünner werdende Schicht überziehen. Ein Teil von ihnen tritt vielleicht in das Kleinhirn.

Dieser Gefühlsbahn für das Antlitz gesellt sich aus dem motorischen Kerne die Faserung des Kaumuskelnerven zu und schließlich ist noch zu erwähnen, daß aus dem Grau der Vierhügel ein mächtiger Faserzug herabzieht, dessen Enden mit den Kaumuskelfasern austreten. Man bezeichnet ihn als Vierhügelwurzel des Trigeminus. Trigeminusfasern stammen, wie es scheint, auch aus dem Locus coeruleus, einer pigmentierten Kernansammlung ganz vorn, lateral am Boden der Rautengrube.

Wenn der Trigeminus einmal eingetreten ist, sind im Grau der Oblongatahaube nur noch sekundäre Nervenbahnen zu finden. Ihre Hauptmasse besteht jetzt aus der recht ansehnlich gewordenen Substantia reticularis. Mächtige Zellen, zu Gruppen geordnet, sind ihr eingelagert. Ihre Gesamtheit ist oben als Nucleus motorius tegmenti bezeichnet worden. Sie steht, wie wir sehen werden, in wichtiger Beziehung zum Kleinhirne.

Wie die Spinalnervenenden sind auch die bulbären mit frontaleren Hirnteilen verbunden. Zu den Kernen des Hypoglossus und Facialis treten sicher, zu denen des Abducens wahrscheinlich Tractus corticobulbares heran, die sich in der Brücke schon von den Pyramidenfasern abtrennen. Zentrale Bahnen aus dem Vagus und Glossopharyngeus sind noch nicht sicher nachgewiesen. Die zentralen Bahnen des Trigeminus sind ganz wie die Tractus bulbo-thalamici, Züge, die aus den Kernsäulen kommen, die Mittellinie im Bogen kreuzen und dann sich zum Thalamus aufwärts wenden.

Die sekundäre Fortleitung des Cochlearis ist sehr viel komplizierter. Hier ist ein Aufbau aus mehreren Neuronen nachweisbar. Aus dem ventralen Kerne, wo der Hauptteil des Nerven endet, treten Fasern medialwärts — wollen Sie für das Folgende ständig Fig. 89 vergleichen — die in rundlichen Ganglienzellgruppen, den oberen Oliven, gleichseitig und gekreuzt enden. Diese Fasern, welche sich direkt dorsal von den Brückenbahnen anlegen, heißen in ihrer Gesamtheit Corpus trapezoides, weil bei Tieren, wo die Brücke sehr kurz ist, ihre Schicht als viereckiges Feld an der Ventralseite der Oblongata sichtbar wird.

Die Fasern dieses Trapezkörpers zeigen überall große Ganglienzellen angelagert, an denen unzählige Axenzylinder aus anderen Gegenden enden. Fig. 20 zeigt einige der Anlagerungsarten, viele der Zellen werden aber nur von feinen Endknöpfen und nicht von

Netzen berührt. Was hier eigentlich assoziiert wird, das weiß man noch nicht. Jedenfalls erschöpfen sich die Trapezkörperfasern in den Olivae superiores. Hier entspringt dann eine neue Bahn, die ganz lateral an der Oblongata, diese wie eine Schleife umfassend, hinauf zu den hinteren Vierhügeln und einem ihnen angelagerten Ganglion, dem Geniculatum mediale zieht. Dieser Faserzug — auf Fig. 89 ist er gut sichtbar — heißt laterale Schleife, Laqueus lateralis. Er durchquert ebenso wie die Trapezfasern die breite Schicht der aus dem

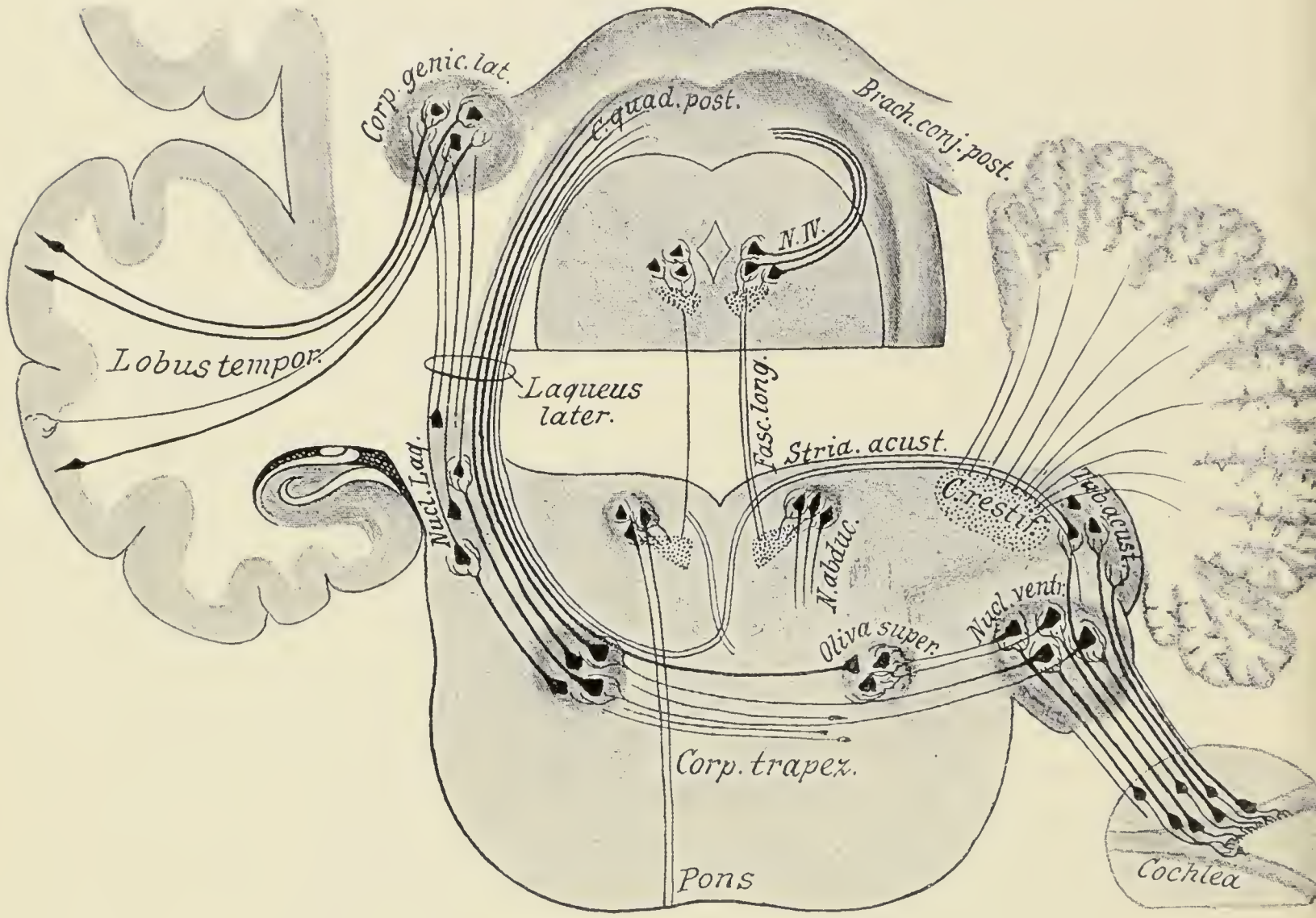


Fig. 89.
Schema des Cochlearisverlaufes.

Rückenmarke und der Oblongata frontalwärts ziehenden Tractus spino- et bulbo-thalamici, die man, weil sie medial von ihm immer liegen bleibt, von Alters her als mediale Schleife bezeichnet.

Bei den Tieren mit besonders stark ausgebildetem akustischen Apparate, beim Maulwurf, der Fledermaus, der Maus, den Walen, ist die laterale Schleife sehr viel mächtiger als die mediale. Ein ungeheures Bündel, bedeckt sie die Außenseite des Gehirnstammes an dieser Stelle.

Diejenigen Cochlearisfasern, welche nicht im ventralen Kerne, sondern im Tuberculum acusticum enden, scheinen ohne Vermittlung der Olivae superiores ihre Fortsetzung in der lateralen Schleife zu

finden. Es entspringen nämlich aus dem Tuberculum mächtige Fasern, die teils über die Oberfläche der Oblongata hinweg, teils in deren Tiefe dahin ziehen, in deren Mittellinie kreuzen und sich dann zu den Schleifenfasern begeben. Diese Striae acusticae, Fig. 91, tauchen an ganz verschiedenen Stellen des Rautengrubenbodens in die Raphe ein, sie haben deshalb verschieden langen Verlauf schräg über den Ventrikelboden weg zu dem Tuberculum acusticum. Einem besonders langen, ganz frontal auftauchenden Bündel hat man den Namen Klangstab gegeben.

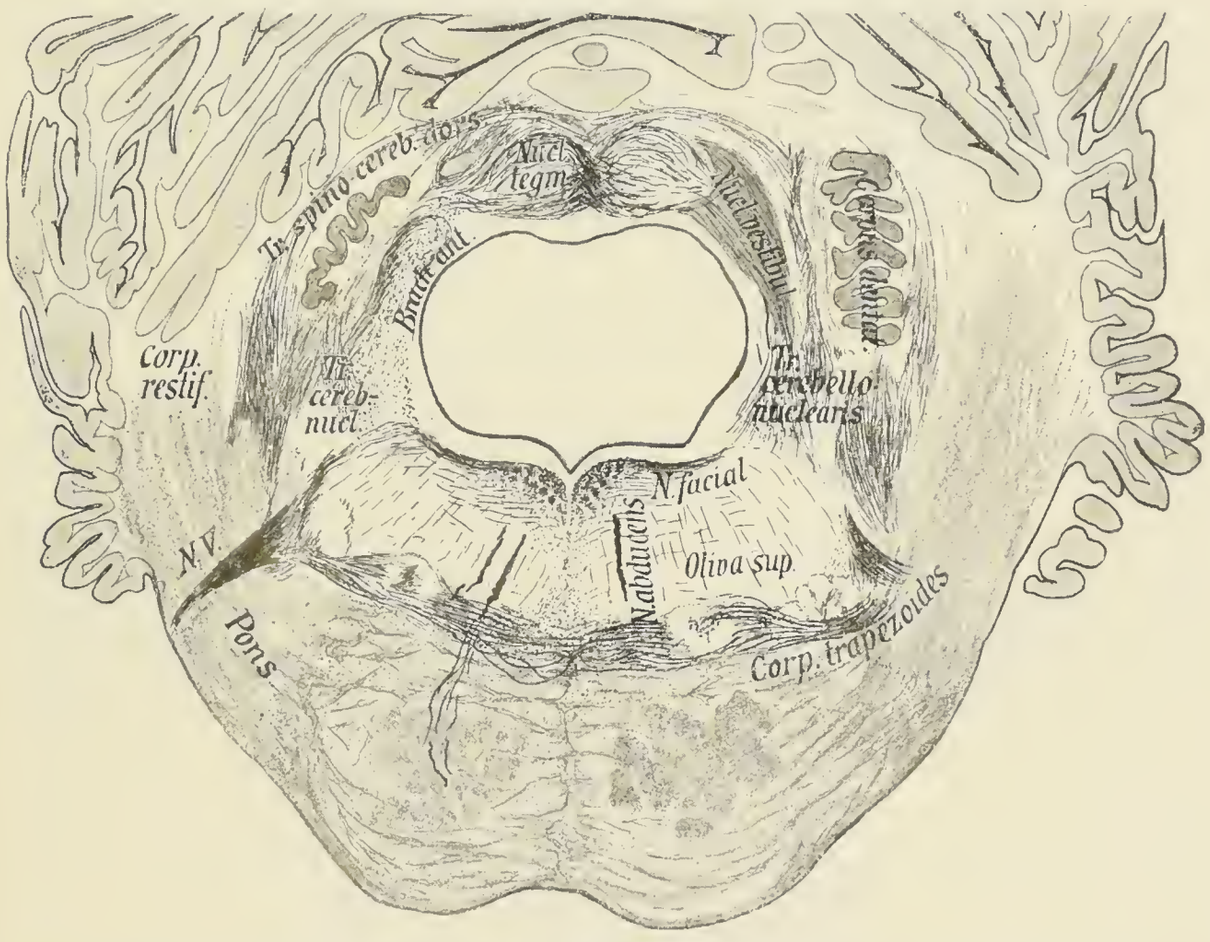


Fig. 90.
Neugeborener. Trapezkörper. Schnitt in der Höhe, wo die kaudalsten Trigeminuswurzeln eintreten. Die neencephale Faserung im Pons noch marklos.

Sie erkennen als das Wichtigste an diesen etwas komplizierten Verhältnissen, daß der Nervus cochlearis, nachdem er einmal im Cochleariskerne und im Tuberculum acusticum geendet hat, seine weiteren Bahnen zu den hinteren Hügeln sendet. Sie verlaufen zum Teil direkt als Striae acusticae zu der lateralen Schleife, zum Teil erreichen sie diese erst unter Einschaltung der Olivae superiores und des Trapezkörpers. Die Schleife endet im Mittelhirn.

Da in der Querschnittebene des Trapezkörpers und des Trigeminuseintrittes einige wichtige früher erwähnte Anordnungen besonders gut zu sehen sind, lege ich in Fig. 90 Ihnen einen hier angelegten

Schnitt vor. Sie erkennen an ihm sofort ventral die Brücke, durch die hier die Pyramiden treten, darüber den Trapezkörper mit den rundlichen oberen Oliven, dann den eintretenden Trigeminus, die Wurzel-

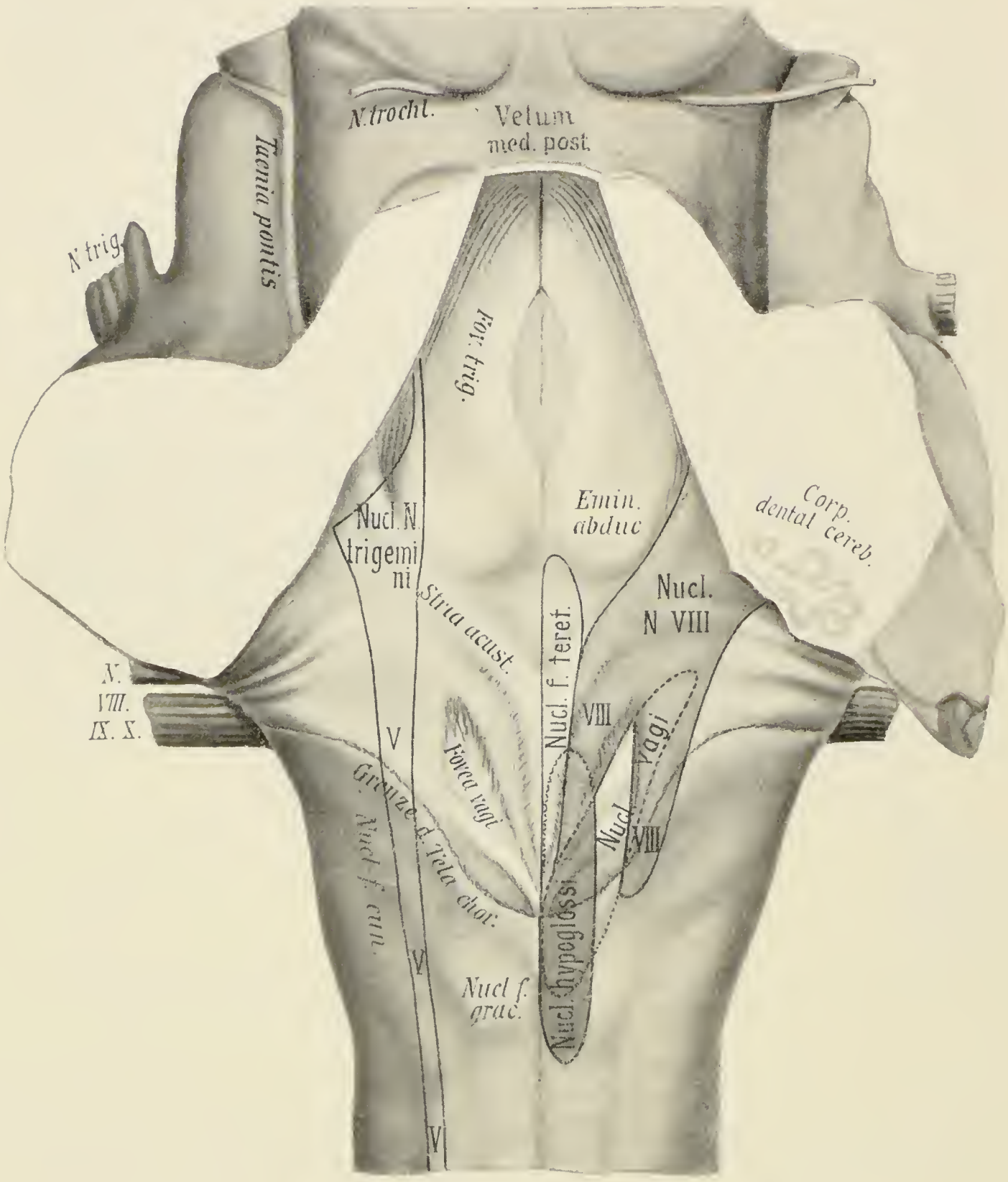


Fig. 91.
Der Boden der Rautengrube. Die Kernlängen an Schnitten kontrolliert, nach Streeter etwas modifiziert.

fasern des Abducens und die frontalsten Querfasern des Facialisknies dicht unter dem Ventrikelboden.

Über dem Ganzen lagert das Kleinhirn, in dessen Kernen Sie rechts den Vestibulariskern unterscheiden. Da die Brücke bei dem Embryo, von dem dieses Präparat stammt, noch ganz marklos ist, er-

kennt man besonders klar hier das Eintreten des markhaltigen Tractus spino-cerebellaris und medial von ihm die direkten Bahnen aus den Hirnnerven. Weil nicht sicher ist, wie weit in ihnen die sensiblen Endkerne eingeschaltet sind, wurden sie vorsichtshalber hier als Tractus nucleo-cerebellares bezeichnet.

So hätten Sie denn die Kernsäulen der meisten Hirnnerven kennen gelernt, und es lohnt sich, auf sie als Ganzes, gewissermaßen zu einer kurzen Rekapitulation, noch den Blick zu werfen. Das erreichen Sie durch Studium der Fig. 91, welche die Hirnnervenkerne an einer durchsichtig gedachten Oblongata, von oben her gesehen, alle zeigt. Und dann durch die Betrachtung des Schemas der Fig. 92.

Wir haben bisher nur die palaeencephalen Anteile von Oblongata und Pons, deren „Haubengebiet", näher betrachtet, dieselben, welche auch bei allen niederen Tieren vorhanden und für deren Funktionen

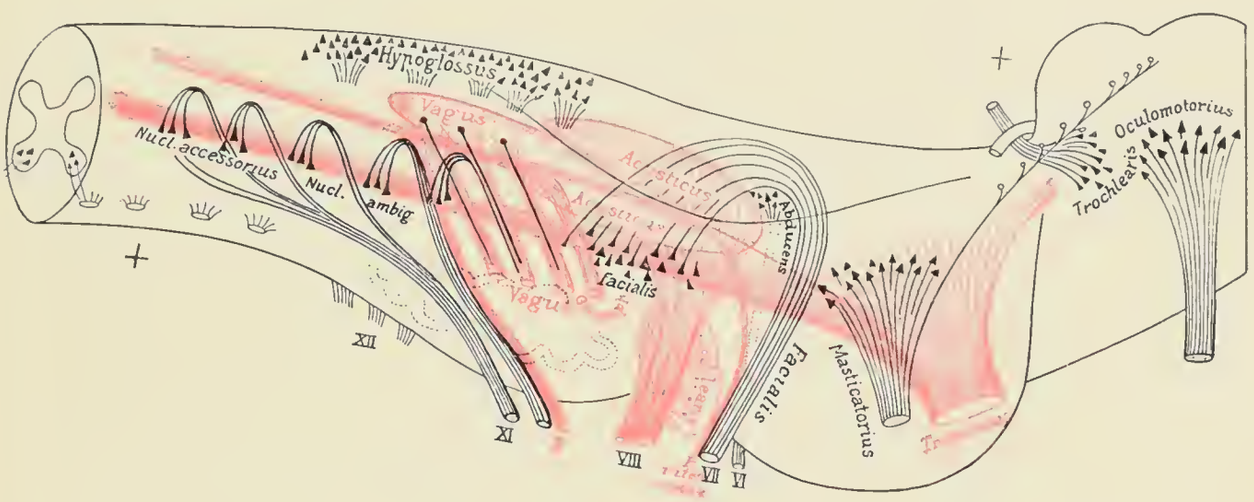


Fig. 92.

Die Hirnnervenkerne. Die Oblongata und der Pons durchsichtig gedacht. Die Ursprungskerne (mot.) schwarz, die Endkerne (sens.) rot.

vollständig ausreichend sind. Diese Teile sind alle mit ihrer Entwicklung um die Zeit der Geburt fertig. Darauf allein beruht es, daß das Neugeborene Nahrung suchen und richtig aufnehmen kann, daß auch das dem Ei entschlüpfte Huhn gleich richtig frist, daß die junge Ente sofort schwimmt.

Unter diese Haube legt sich außer der neecephalen Faserung zum Rückenmark, den Pyramiden, die Sie bereits kennen, in dieser Höhe die Neencephalonverbindung des Kleinhirnes, die Brücke, Pons. Fig. 93. Alle Tiere mit minimalem Großhirne, die Fische, Amphibien, Reptilien und in gewissem Grade auch die Vögel haben keine Brücke, und auch bei den Säugern ist die Brückenfaserung um so mächtiger, je ausgebildeter das Großhirn geworden ist.

Das Anlageprinzip der Brücke ist ein recht einfaches. Aus den frontalen und den occipito-temporalen Teilen des Großhirnes ziehen

die Tractus cortico-pontini im Hirnschenkelfuß herab, zusammen mit den Pyramidenfasern. Fig. 93. Während aber die letztgenannten, so wie in Fig. 76 zu sehen ist, weiter kaudal treten, gelangen die Tractus cortico-pontini zu den mächtigen Ganglia pontis. Aus diesen entspringen dann als Querfasern die Brachia pontis, die in das Kleinhirn eintreten. Die grauen Querschnitte in Fig. 90 sind nicht nur Pyramidenbahnen, sondern enthalten auch viele Brücken-

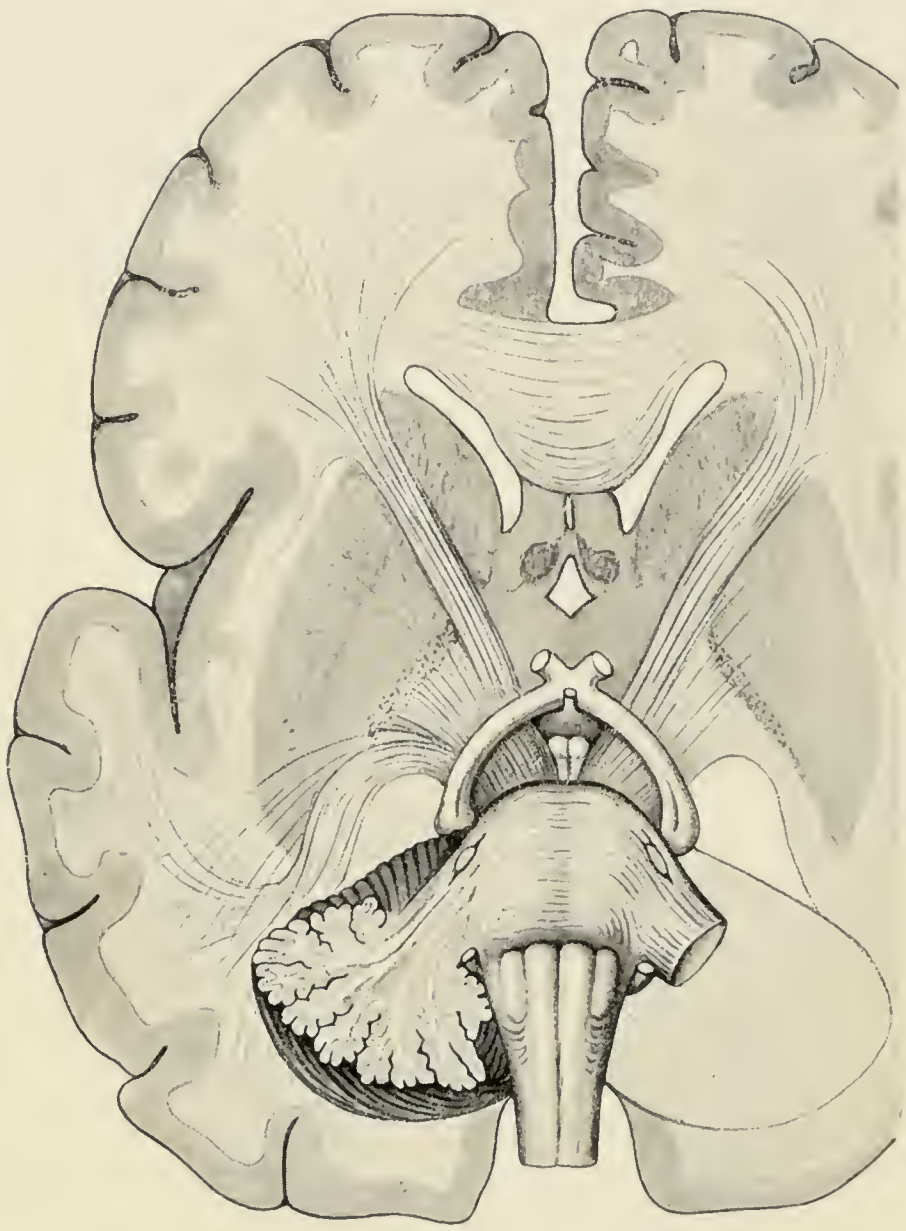


Fig. 93.
Die Bahnen aus der Großhirnrinde zur Brücke und der Brückenarm zum Kleinhirn. Abfaserungsapparat. Halbschema.

ganglien. Durch die Brückenganglien gewinnt das Großhirn Einfluß auf das Kleinhirn, ganz wie es ihn durch die Pyramiden auf die motorischen Nervenkerne erlangte.

Die Symptome, welche bei Erkrankungen des Pons und der Oblongata auftreten, sind in ihrer Gruppierung ein guter Prüfstein auf die Richtigkeit der Ihnen vorgelegten anatomischen Verhältnisse.

Auf kleinem Raume sind dort die wichtigsten Bahnen für die Bewegungen der Körpermuskulatur, für die Empfindung, die Sprechmuskulatur, den Schluckakt usw. vereint. Ein Herd braucht nicht groß zu sein, um gar mancherlei Symptome hervorzurufen.

Für die Diagnostik ist durch das Lageverhältnis der einzelnen Teile ein trefflicher Anhaltspunkt gegeben, s. Fig. 97.

Die Kerne der Hirnnerven und deren Wurzelfasern liegen alle dorsal in der Haube. Ventral von ihnen liegt die sensorische Bahn für die gekreuzte Körperhälfte und wieder ventral von dieser die motorische Bahn aus dem Großhirn, ebenfalls für die gekreuzte Körperhälfte. Ganz lateral liegen die Kleinhirnbahnen.

Erkrankungsherde in der Haube werden also, wenn sie klein sind, nur Hirnnervensymptome machen, reichen sie weiter ventral, so werden zu den Hirnnerven gekreuzte Gefühlsstörungen auftreten und erreichen sie die Pyramidenbahn, so wird neben der Gefühlsstörung in der Seite, welche den gelähmten Hirnnerven gegenüberliegt, auch schwere Bewegungsbeeinträchtigung eintreten.

Da eine Unterbrechung der Verbindungsbahnen die gleichen Symptome machen wird, einerlei ob sie schon im Vorderhirne oder Mittelhirne oder erst im Nachhirne erfolgt, nämlich Anästhesie, resp. Lähmung auf der gekreuzten Seite, so ist es wichtig, zu merken, daß man nur dann eine Störung der Gefühls- oder Bewegungsbahn in Pons-Oblongata vermuten darf, wenn gleichzeitig Symptome vorliegen, welche anzeigen, daß ein einzelner oder mehrere Hirnnervenkerne befallen sind. Die Atrophie der Muskulatur, welche bei Affektionen der Kerne selbst auftritt, wird genau studiert werden müssen, wenn es gilt, den Ort und die Ausdehnung einer solchen Affektion festzustellen. Fig. 92, welche die Lage der Nervenkerne auf den Längsschnitt einer Oblongata projiziert darstellt, wird Ihnen diese Aufgabe wohl etwas leichter machen, als die früher demonstrierten Bilder von Querschnitten der Nervenursprünge es vermögen.

Die motorischen Bahnen für die Extremitäten liegen ungekreuzt ventral in den Pyramiden, sie treten gerade vor dem Rückenmarke auf die andere Seite. Die motorischen Fasern für die Hirnnerven aber liegen nahe der Medianlinie, steigen in der Raphe der Haube dorsal und kreuzen ganz nahe an den Nervenkernen selbst zu diesen hinüber.

Ein Erkrankungsherd in der Brücke wird deshalb in den meisten Fällen zwar die Extremitäten auf der gekreuzten Seite, den Facialis, Abducens oder Trigeminus aber auf der gleichen Seite treffen, wo er selbst sitzt. Das Schema Fig. 94 versucht, dieses wichtigste Symptom vieler Pons- und Medullaaffektionen, die gekreuzte Lähmung, Ihrem Gedächtnis fester einzuprägen, als es das geschriebene Wort vermag. Es stellt die Bahnen der motorischen Innervationen für den Antlitznerven und für die Extremitätennerven dar. Sie sehen an der Zeichnung, daß ein Herd A im Großhirn oder in den Hirnschenkeln rechts den linken Facialis und die linksseitigen Extremitäten lähmen wird, daß aber eine Erkrankung bei B im Bereich der Brücke rechts, die Extremitäten wohl links, den Facialis aber rechts treffen kann, daß ein solcher Herd, die Mittellinie überschreitend, eventuell beide Faciales und die Extremitäten einer Seite außer Gebrauch zu setzen vermag. Sie sehen auch an dem Schema, daß Krankheitsherde in der Brücke (bei C) so sitzen können, daß sie halbseitige, nicht alternierende Hemiplegie erzeugen, daß sie also dieselben Symptome machen, wie wenn sie im Großhirne säßen. Alternierende Lähmungen können, wenn sie nicht durch verschiedene Herde erzeugt werden, überhaupt fast nur durch Ponsaffektionen oder durch solche Geschwülste u. dergl. hervorgerufen werden, die ventral vom Pons sitzend, die Hirnnerven im peripheren Verlauf und die Pyramidenbahnen zerstören. Da außer dem Facialis noch der Abducenskern und der Quintuskern in der Brücke liegen, so können natürlich auch diese an den mannigfachen Modi-

fikationen sich beteiligen, die bei Brückenerkrankungen im Bilde der wechselständigen Lähmung eintreten können. Wie sich der Akustikus verhält, ist noch unsicher.

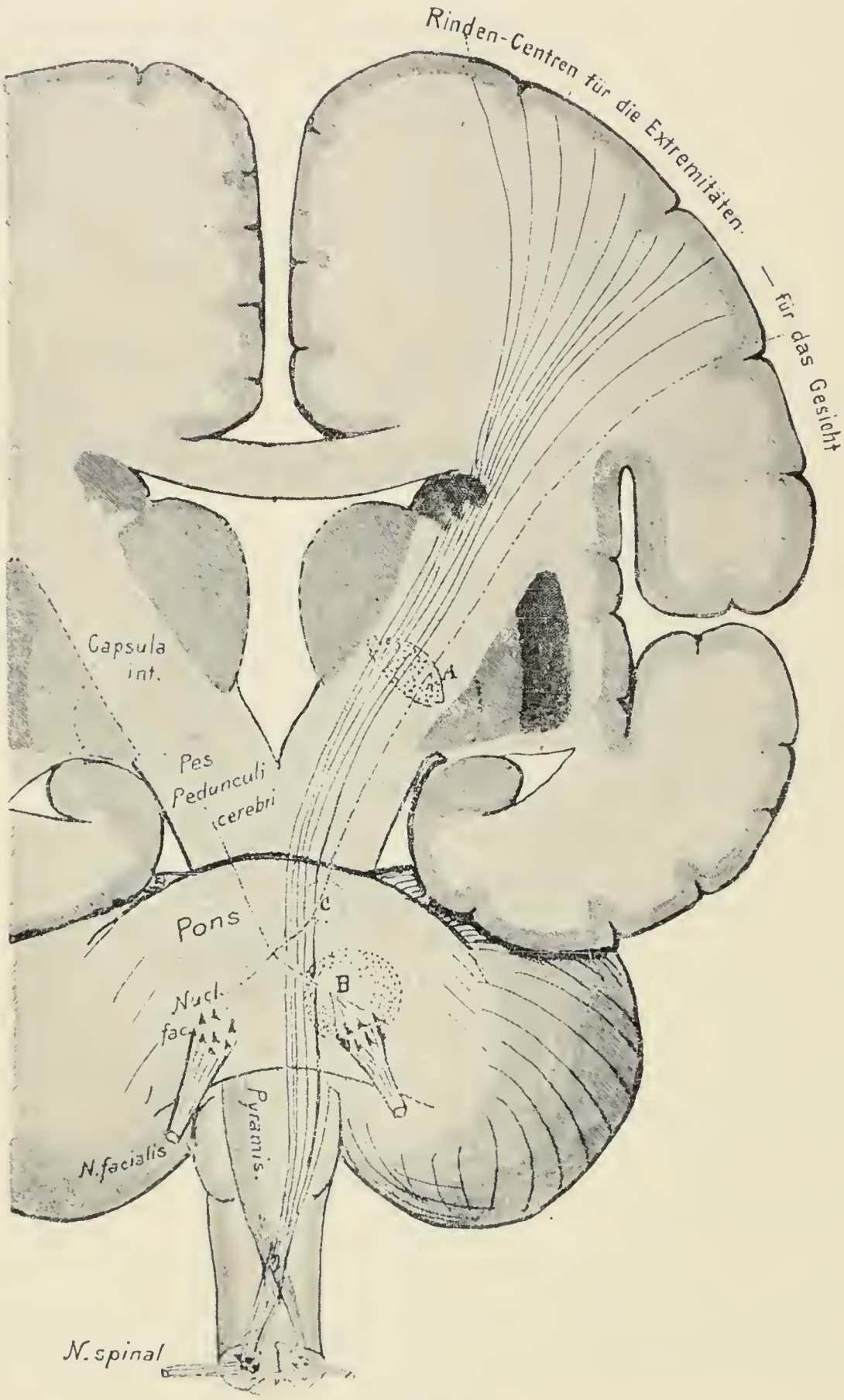


Fig. 94.

Schema der motorischen Innervationsbahn für den Facialis und die Extremitätennerven. Frontalschnitt durch Großhirn, Hirnschenkel, Brücke, verlängertes Mark und Rückenmark.

Durch die Brücke verlaufen auch die Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata, welche die Wurzeln innervieren, die der Rede dienen. Deshalb kommen bei Pons- und bei Oblongataerkrankungen oft trotz vollkommen in-

taktem Sprachvermögen Sprechstörungen vor. Man bezeichnet sie, je nach dem Grade, als Dysarthrie oder als Anarthrie.

Erkrankungen in der Haube der Brücke und der Oblongata können auch zu Störungen der Sensibilität führen. Wir haben Grund, anzunehmen, daß in der Schleife die zentralen Gefühlsbahnen liegen, und daß namentlich die mediale Schleife die Bahnen enthält, welche der so wichtigen statischen Sensibilität dienen. Deshalb werden nach Unterbrechung der Olivenzwischenschicht in der Oblongata leicht Muskelsinnstörungen beobachtet. Aber es hat die neuere klinische Forschung es durchaus wahrscheinlich erscheinen lassen, daß, in der Oblongata wenigstens, die Bahnen für den Tastsinn der Haut nicht in der Medianebene liegen, sondern den Längsbahnen angehören, welche lateral von der Olivenzwischenschicht angetroffen werden. In der Brücke können jedenfalls auch lateral gelegene Erkrankungen gekreuzte Gefühlsstörungen hervorrufen. Liegt aber ein Herd irgendwo in der Haube der Oblongata oder Brücke, so trifft er nicht nur jene zentralen Bahnen, die immer zum Kerne gekreuzt verlaufen, sondern auch das periphere Stück vieler sensiblen Nerven. Es kann z. B. ein Herd seitlich in der Oblongata rechts den spinalen Quintuszug und die gekreuzten sensiblen Bahnen treffen, also rechtsseitige Gesichts- und linksseitige Rumpfanästhesie erzeugen.

Gewöhnlich zerstört eine einzelne Erkrankung nicht alle sensiblen zentralen und peripheren Bahnen, erzeugt also nicht, wie die vom Großhirnmarke ausgehende Erkrankung, komplette Hemianästhesie. Der eine oder der andere Nerv bleibt zumeist frei.

Sitzt ein relativ breiter Herd irgendwo median, so kann natürlich doppelseitige Hemianästhesie entstehen, jedenfalls ein ungewöhnlich seltenes Vorkommnis. Kaustörungen, Schluckstörungen kommen natürlich ebenfalls zur Beobachtung, da ja die Kerne des motorischen Trigeminus, des Glossopharyngeus, des Hypoglossus leicht mitgetroffen werden können.

Ein Blick auf Fig. 97 lehrt Sie, wie groß ein Herd ist, der etwa den rechten Hypoglossus, Accessorius und die motorische Innervation der linken Körperhälfte befallen hat. Leicht können Sie sich an der Hand dieser Figur konstruieren, welche Beschaffenheit er haben muß, wenn beide Hypoglossi allein betroffen sind — Bulbärparalyse. Dann kann nur die Kernregion selbst in Betracht kommen. Ein Erkrankungsherd in der ganzen linken Seitenhälfte wird Accessorius (Atmung) und die sensible Gesichtsinnervation — Trigeminuskern! — links, dazu die Muskel- und Hautsensibilität rechts — Seitenstrangbündel, Tractus bulbo-thalamicus! — stören. Ziehen Sie auf Pauspapier, das Sie über Fig. 97 legen, sich beliebig große Kreise und bestimmen Sie, welche Erscheinungen auftreten müssen, wenn innerhalb derselben das Gewebe zerstört wird.

In Fig. 95 u. 96 lege ich dann noch einige weitere Bilder vor, die als Beispiele dienen sollen, wie sich die Symptome einer Erkrankung an bestimmten Gebieten gestalten.

Der Herd links in Fig. 95 wird linksseitige Gesichtslähmung, linksseitige Abducenslähmung und rechtsseitige Gefühlsstörung am Körper machen. Der Tumor mitten in der Rautengrube kann durch Affektion des einen oder der beiden dorsalen Längsbündel die Fähigkeit zur Seitwärtsbewegung der Augen einseitig oder beiderseits vernichten. Läßt er die Kerne selbst frei, so kann dabei die Bewegung des Abducens selbst intakt bleiben. Außerdem wird er sich durch einseitige oder doppelseitige Facialisschwäche — Affektion des Facialiskniees — verraten. Der Herd rechts wird außer einer rechtsseitigen Facialislähmung Gefühlsverlust im Gesichte rechts und am Körper

links erzeugen, weil er die sekundäre sensible Körperbahn und die primäre Trigeminusbahn zerstört.

Trifft ein Erkrankungsherd die Brücke, so wird er, wie der in Fig. 96 links, gekreuzte motorische und sensible Lähmung erzeugen, mit oder ohne Beteiligung des gleichseitigen Trigeminus (s. Fig. 96 rechts).

Natürlich kann er auch, wie der Fig. 95 dorsaler liegende, andere Symptomkombinationen — Störung der kombinierten Augenbewegung und der gekreuzten Sensibilität — erzeugen.

Ein Blick auf unsere Abbildungen wird in vielen Fällen die Diagnose leicht ermöglichen.

Liegt ein Herd wenig weiter frontal, so werden seine Symptome nicht wesentlich verschieden von denen der Fig. 96 demonstrierten sein, aber es werden vielleicht noch Muskeltonusstörungen -- Bindearme — da sein, und es wird die Abwesenheit jeder sensiblen Störnng im Gesicht schon auf frontalere Ebenen hinweisen. Der Trigeminus hat ja das Gehirn bereits verlassen.

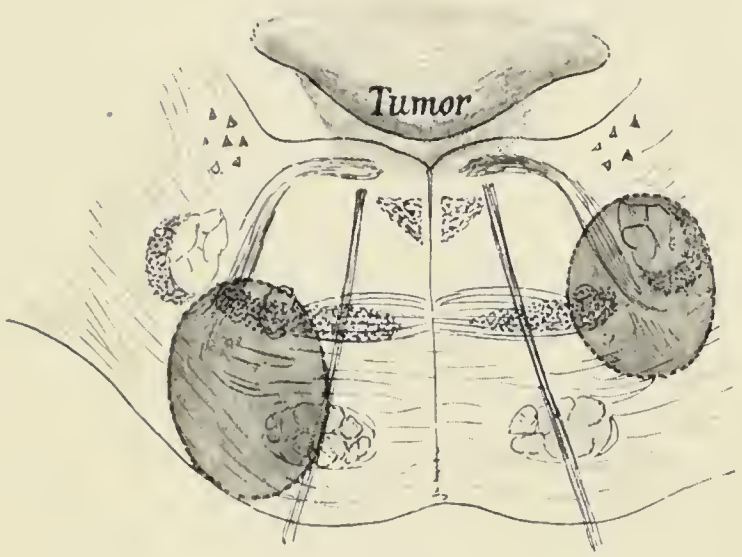


Fig. 95.

Fig. 96.

Das Charakteristische, welches aus allen diesen Beispielen erhellt, ist die Affektion des Kopfbezirkes auf der Seite der Erkrankung, des Rumpfes und der Extremitäten auf der zu ihr gekreuzten Seite, die alternierende motorische und sensorische Lähmung.

Begegnet Ihnen einmal ein Fall, der durch die Kombination seiner Symptome, Beteiligung ausgebreiteter Leitungszüge und nur einzelner Hirnnerven, wechselständige Gefühls- oder motorische Ausfallerscheiuungen, den Gedanken aufdrängt, daß in der Oblongata oder Brücke die Unterbrechungsstelle liegen müsse, so wird es immer am einfachsten sein, wenn Sie an einer der früher gegebenen Abbildungen studieren, ob sie eine Stelle enthält, durch deren Zerstörung alle Unterbrechungen entstanden sein könnten. So wird es in vielen Fällen gelingen, ziemlich genau Ausdehnung und Lage des Herdes zu ermitteln. Versäumen Sie aber nie, gleichzeitig, Fig. 41, die Abbildung der basalen Ansicht des Gehirnes zu studieren, weil auch durch Erkrankungen an der Hinbasis sowohl Druck auf längere Bahnen als Zerstörung einzelner Nervenäste bedingt werden kann. Namentlich die schwartenbildende Meningitis kann zu Symptomenkomplexen führen, die von intracerebral entstandenen schwer unterscheidbar sind.

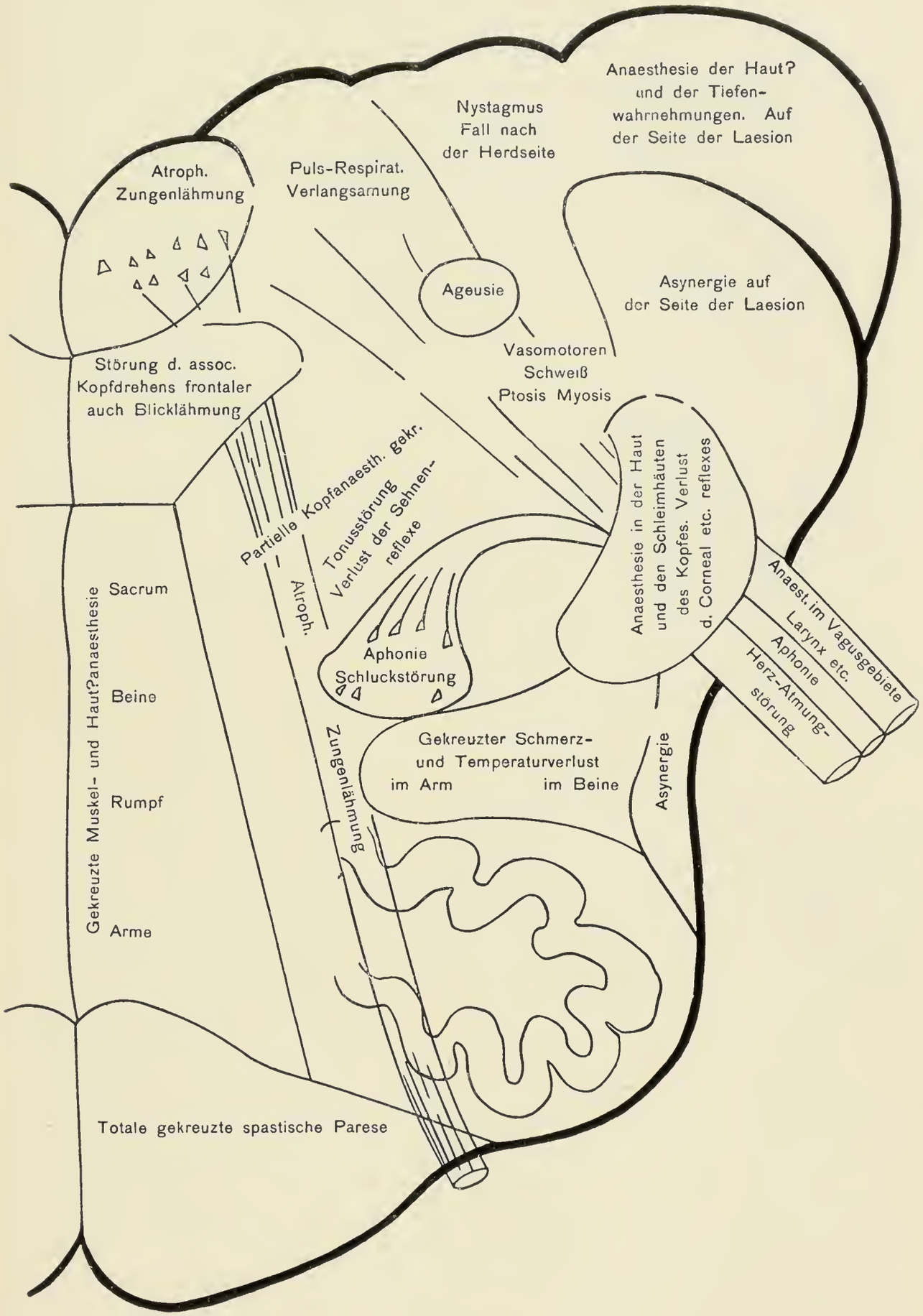


Fig. 97.

Diagnostische Hilfsfigur bei Oblongataerkrankungen.

Elfte Vorlesung.

Das Kleinhirn.

Dorsal von der mächtigen Oblongatafaserung liegt, mit ihr immer durch einige Züge verbunden, das Kleinhirn. Es geht kaudal in den Plexus chorioides ventriculi quarti und frontal in eine dünne Platte, das Velum anticum über, welche hinüber zum Dache des Mesencephalon führt. In Fig. 40 ist das zu sehen.

Die aus dem Rückenmark und der Oblongata kommende Faserung, der hintere Kleinhirnarm, Corpus restiforme, verbindet es mit jenen; aus dem Großhirn wird der mittlere Kleinhirnarm Brachia pontis zu ihm geschickt. Das Kleinhirn sendet selbst Züge nach allen Teilen des Palaeencephalon, von denen die mächtigsten an seinem vorderen Rand als vordere Kleinhirnarme oder Bindearme vierhügelwärts treten.

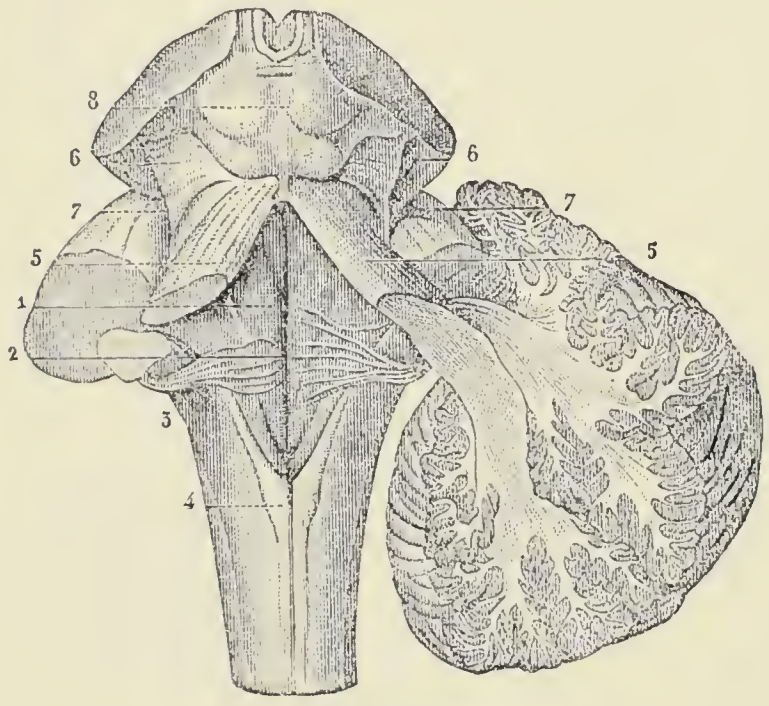


Fig. 98.

Die aus dem Mittelhirne, der Brücke und dem Rückenmarke zum Kleinhirne tretenden 3 Arme, nach Hirschfeld und Leveillé (Sappey). Man sieht unter den Vierhügeln 8, die oberen Arme, die Bindearme 5, hervortreten, von der ventralen Seite kommen die mittleren Schenkel oder Brückenarme 7, und vom Rückenmarke her steigt das C. restiforme 3, als unterer Arm empor. Er kreuzt sich bei seinem Eintritte mit dem Bindearme. Zu bemerken sind noch auf dem Bilde die Rautengrube 1, die Striae acusticae 2, und die Clavae der Funiculi graciles 4. Bei 6 ist die Schleife zu suchen.

Die Arme treten ein in den Markkern der Hemisphären, welcher sich in das Mark der einzelnen Lappen und von da wieder in das der Läppchen als Markstrahl fortsetzt. Diese Läppchen sind von grauer Rinde überzogen, welche sich überall über sie hinfaltet und so eine Ausdehnung gewinnt, die unverhältnismäßig größer ist, als die äußere Form und Größe des Kleinhirnes erwarten ließen.

An keinem Hirnteil kann man so deutlich das Verhältnis der Größe zur Funktion sehen, wie an diesem. Das Kleinhirn ist bei den auf dem Bauch dahin kriechenden Schlangen und Eidechsen nur eine dünne Platte, aber bei den schwimmenden Echsen und den Wasserschildkröten krümmt es sich so, daß ein Sack über dem Ventrikel entsteht und bei den Vögeln und den Säugetieren macht die Platte so zahlreiche Krümmungen, daß ein Körper von gewelltem Aussehen entsteht, in dessen Innerem der ursprüngliche Ventrikel bald durch zunehmende Markfasermassen verengt und verdrängt wird. Fig. 99.

Das Säugerkleinhirn vergrößert sich aber noch auf ganz anderem Wege. An das Stück, welches bei allen Wirbeltieren vorhanden ist —

Palaeocerebellum — legen sich jederseits neue Gebiete an, wenn aus dem Großhirn Brückenfasern herauswachsen. Die Fortsätze der Brückenganglien dringen beiderseits unter die Kleinhirnrinde und treiben sie weithin nach auswärts. So entsteht zwischen Wurm und

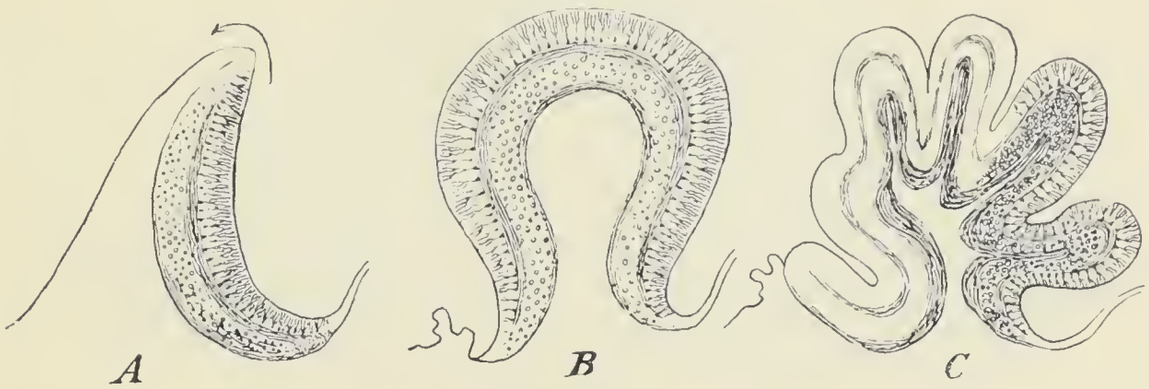


Fig. 99.

Etwas schematisierte Sagittalschnitte durch *A* Eidechsengehirn, *B* Typus von Chelone und Alligator, sowie Crocodilus, *C* Typus der Vögel und Säuger. Zur Demonstration der Vergrößerung des Kleinhirnes mittelst Umbeugen der Cerebellarplatte in der Richtung des Pfeiles über *A*. Das frontale Ende liegt rechts.

Flocke, wie die Teile des Palaeocerebellums heißen, ein neuer Teil, das Neocerebellum. Auf Fig. 100 sieht man, wie er bei der Maus mit kleiner Brücke noch recht unbedeutend ist. Aber beim Menschen hat sich das mittlere der drei schwarzen Läppchen auf der Mausabbildung enorm vergrößert, Fig. 101, weil eben eine Menge Brückenfasern unterzubringen sind.

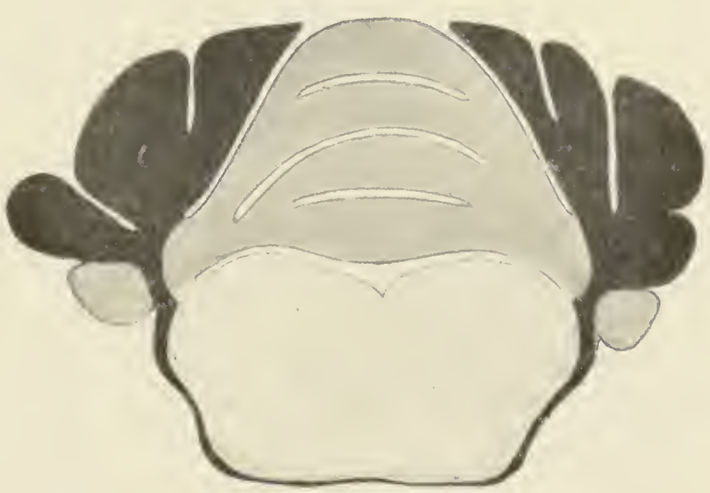


Fig. 100.

Frontalschnitt durch das Gehirn der Maus. Pons und neocerebellare Teile schwarz.

Die Veränderungen in diesem mittleren Lappen sind es, welche eine enorme Mannigfaltigkeit der Kleinhirntypen erzeugen, eine Mannigfaltigkeit, die so weit geht, daß, wenn der Lappen, wie bei Pferden, Elefanten, Affen und vor allem beim Menschen, sehr groß wird, alle übrigen neencephalen Teile unter ihm verschwinden, und die Furchungsrichtung durch fortwährende Teilungen der eintretenden Brückenbündel sich total ändert.

Die bisherige Nomenklatur der Kleinhirnlappen ist sicherlich nicht ausreichend, wenn man die Augen weiter richtet als nur auf den Menschen, und deshalb wiederhole ich sie hier nicht. Ich gebe Ihnen nur eine Anzahl Abbildungen, in welcher sie eingeschrieben ist, hoffend, diese bald durch eine bessere Darstellung ersetzen zu können. Gewöhnlich teilt man das menschliche Kleinhirn in das

mittlere Stück, Wurm und das Seitenstück, die Hemisphären ein. Die Lappen jedes dieser Teile sind verschieden benannt, es

Fig. 101.
Cerebellarschnitt, Mensch, nach Comolli. Großhirnanteil-Neocerebellum schwarz.

spricht aber die vergl. Anatomie dafür, daß wir große transversale Abteilungen machen müssen, wie sie die dickeren Linien in Fig. 102 auch andeuten.

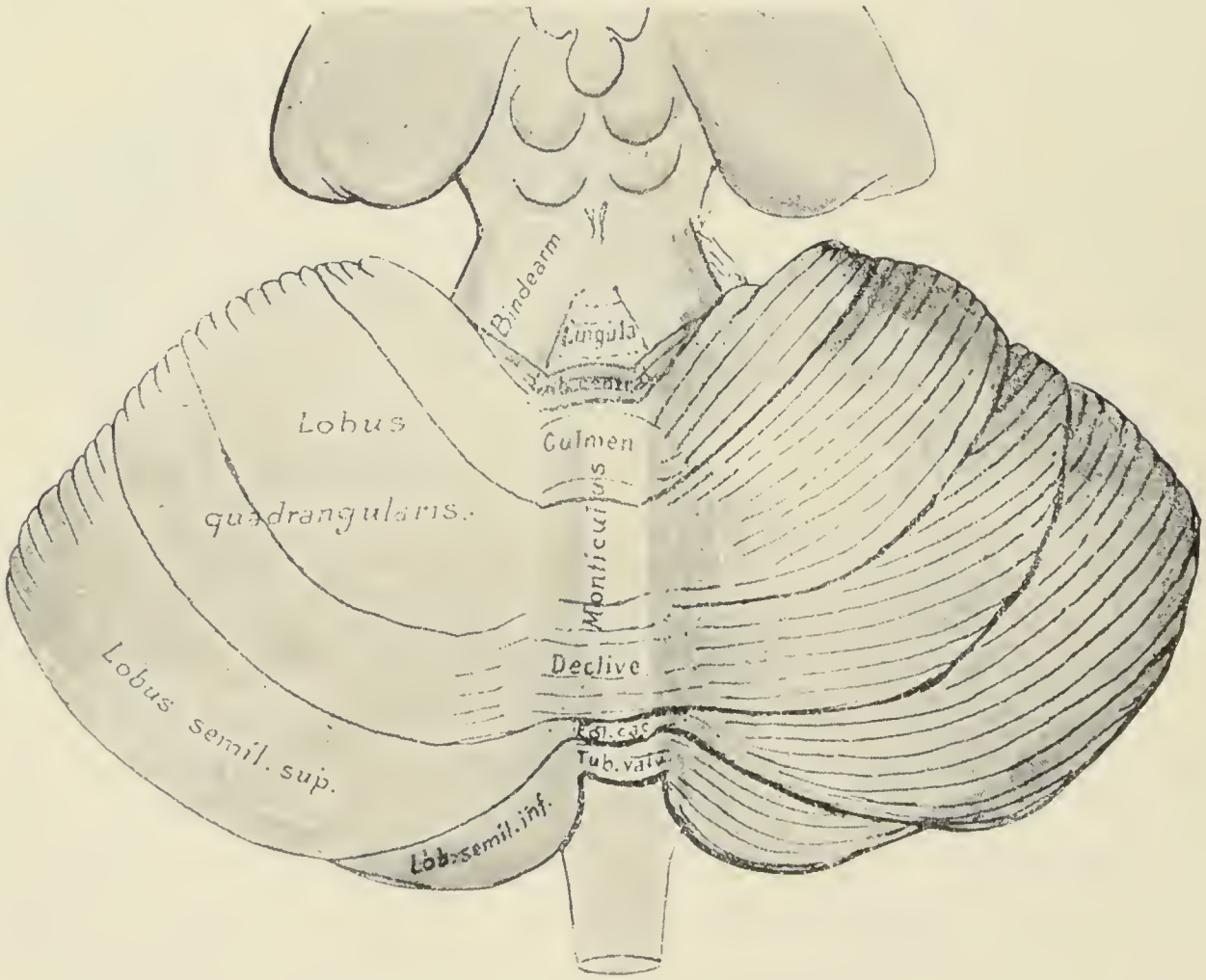


Fig. 102.
Das Cerebellum. Dorsale Seite.

Nur der Wurm ist uralter Besitz, die Hemisphären entstehen erst mit der Brücke, sind also neencephale Teile des Kleinhirns. Der ver-

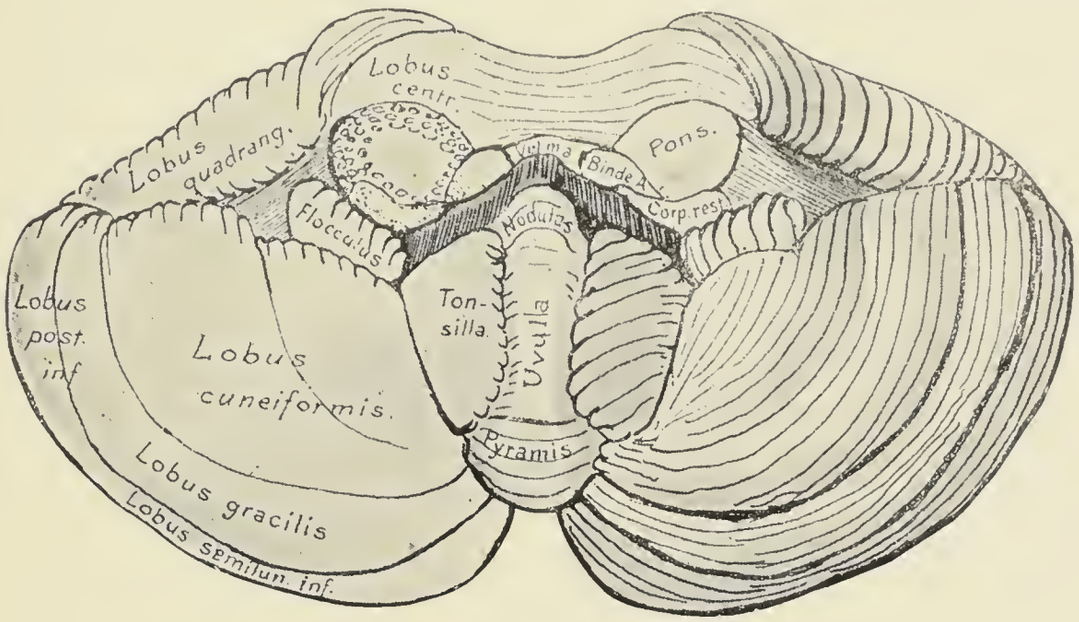


Fig. 103.
Das Cerebellum. Ventrale Seite.

zweigte, Fig. 40 gut abgebildete Sagittalschnitt durch den Wurm ist von den Alten als Arbor vitae bezeichnet worden. Man hatte bemerkt. daß

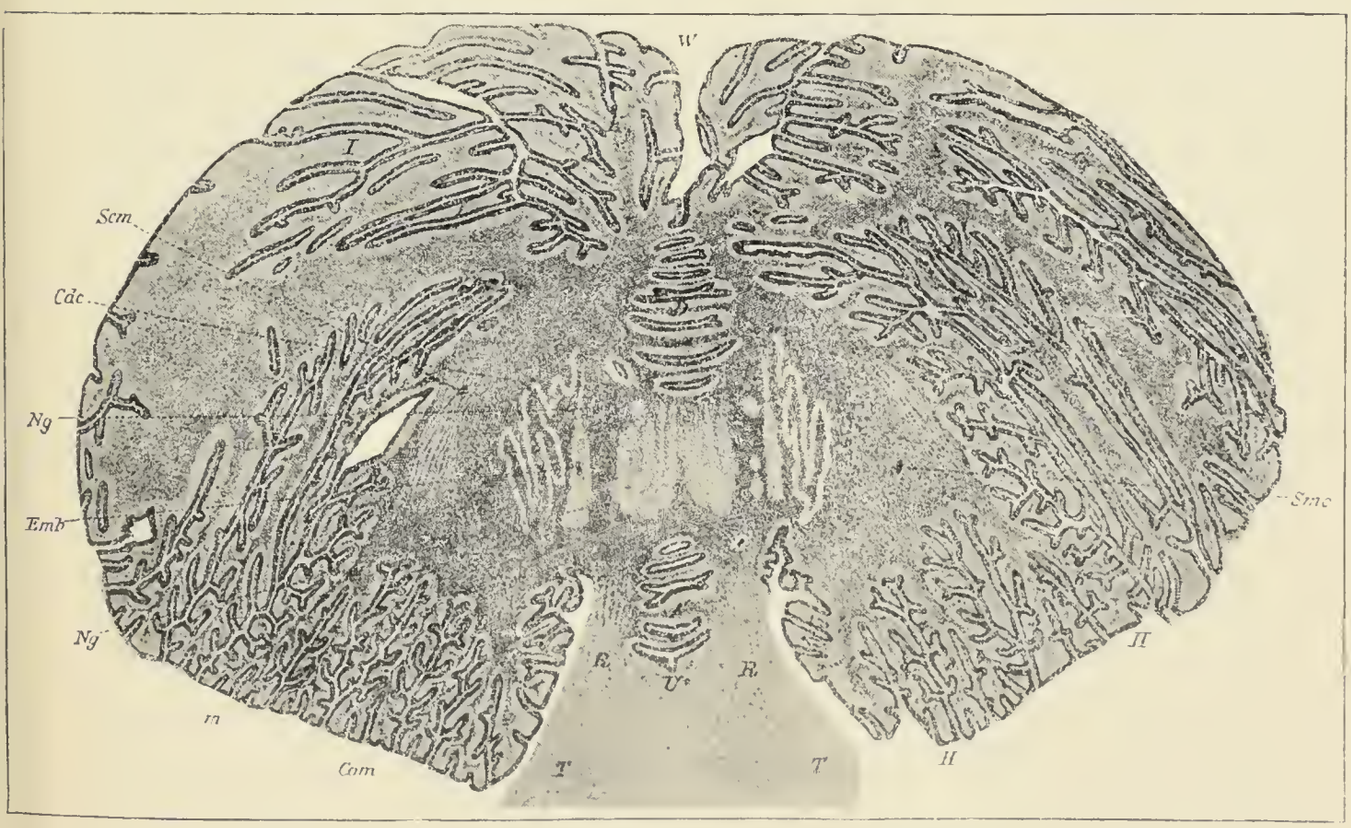


Fig. 104.
Horizontalschnitt durch das Kleinhirn. Der Schnitt durchtrennt vorn die Gegend unter den Vierhügeln *T*, dann die Bindearme *R* und zwischen diesen die Lingula *U*. Vor dieser liegen im Wurme die Dachkerne *m*, der Kugelkern *Ng*, der Pfropf *Emb* und in den Hemisphären beiderseits das Corpus dentatum cerebelli *Cdc*. Nach B. Stilling.

ein Stich in ihn sofort tötet, aber übersehen, daß das nur eintritt, wenn die darunter liegende Rautengrube mitgetroffen wird.

Macht man einen Horizontalschnitt durch das Kleinhirn, wie ihn Fig. 104 darstellt, so sieht man, daß vom Markweiß umgeben, mitten im Wurm eine Anzahl grauer Kerne liegen. Der Nucleus medialis geht in der menschlichen Anatomie unter dem Namen Dachkern.

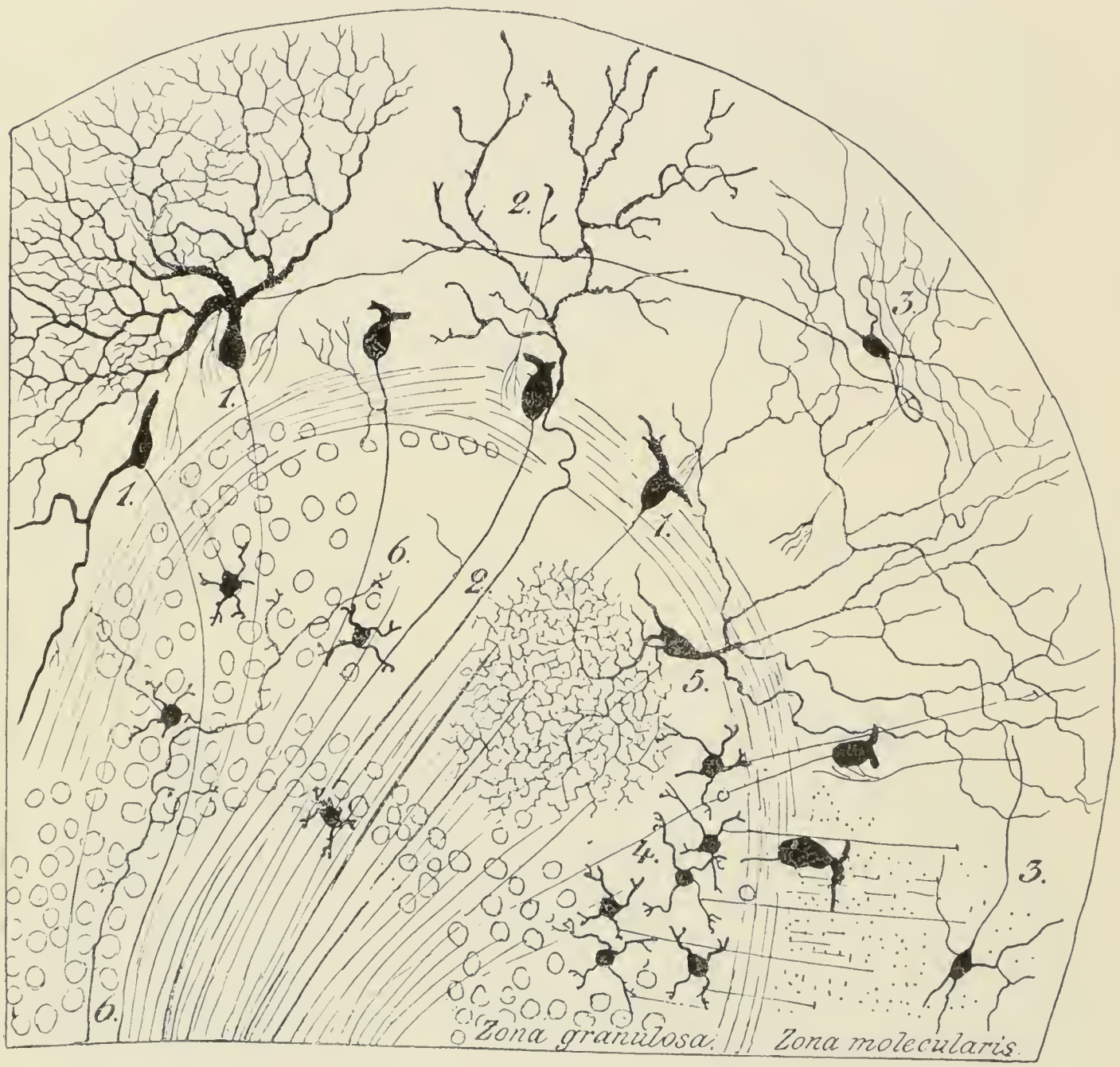


Fig. 105.
Schnitt in sagittaler Richtung durch die Rinde des Cerebellums nach Behandlung mit der Methode von Golgi. Zusammenstellung einzelner da beobachteter Zellen auf einen Schnitt. Nach Zeichnungen von S. R. y Cajal und v. Gehuchten. Es sind mehr Zellarten bekannt.

Ob die kleinen auf der Figur 104 als Kugelkern und als Pfropf bezeichneten Kerne neben ihm nur abgesprengte Teile sind, ist unsicher. Es gelangen hierher ja auch Fasern des Vestibularis zu einem Endkerne, wie Fig. 83 zeigt. Der Nucleus lateralis wird, wenn die Hemisphären sich gut ausbilden, wie das ja beim Menschen am meisten der Fall ist, zu einem mächtigen, fast wie die Olive gewundenen Gebilde, dem Corpus dentatum cerebelli.

Die Kleinhirnrinde ist überall ziemlich gleich gebaut, ob sie nun als dünnes Plättchen die Oblongata eines Frosches überzieht, oder in viel gefaltetem Zustand das mächtige Kleinhirn des Menschen oder das noch viel größere der schwimmenden Säuger überdeckt.

Schon bei schwacher Vergrößerung unterscheidet man drei verschiedene Schichten. Die Zona molecularis außen, die aus kleinen Körnern zusammengesetzte Zona granulosa innen, und zwischen beiden eine Lage sehr großer Zellen, die man als Purkinjesche Zellen bezeichnet. Diese Zellen, 1. der Fig. 105, senden prachtvoll aufgezweigte Dendriten in die Molekularschicht hinaus, so viele, daß sie fast deren Hauptmaße ausmachen. Ihr Achsenzylinder begibt sich in den Markstrahl hinein. Es treten aber auch, 2. der Fig. 105, aus dem Markstrahl Fasern in die Molekularschicht und es liegen dort 3. zahlreiche Assoziationszellen, deren Ausläufer in prachtvollem korbartigem Geflecht die Purkinjeschen Zellen umfassen. Auch von anderen Zellen her bekommen jene gelegentlich Umfassungskörbe.

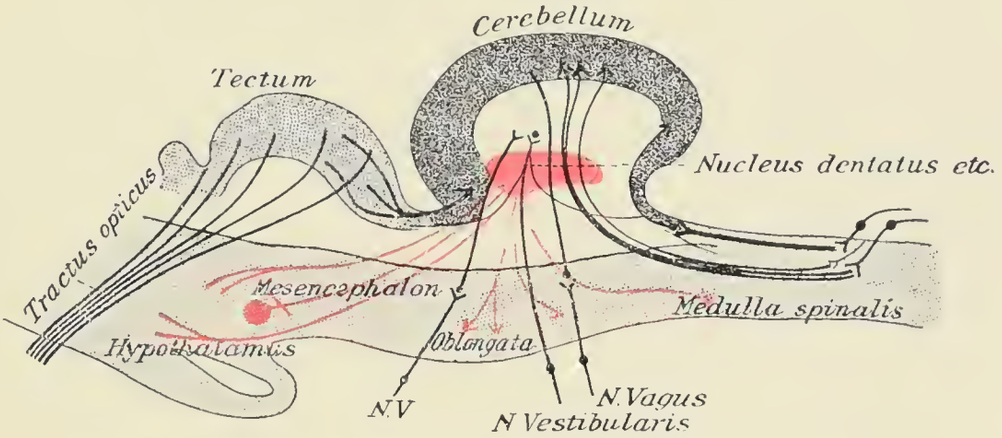


Fig. 106.
Die wichtigsten Verbindungen des Kleinhirnes. Schema, rezeptorische Bahnen schwarz, effektorische rot.

Ich will Sie nicht damit aufhalten eine große Reihe histologischer Details, die wir schon über die Kleinhirnrinde kennen, hier vorzutragen, weil wir ihre Bedeutung und das eigentliche Aufbauprinzip dieser Rinde noch nicht genügend kennen.

Dagegen sind wir durch eine Anzahl Arbeiten der letzten Jahre allmählich so weit gekommen, daß wir über das Prinzip, wie der Kleinhirnapparat dem übrigen Nervensystem eingeschaltet wird, relativ Einfaches aussagen können:

Die Kleinhirnrinde nimmt zahlreiche Fasern auf. Sie entsendet Bahnen nur in die Kleinhirnkerne und aus den Kernen kommen neue Züge, welche in verschiedenen Zellgruppen der Substantia reticularis enden.

1. Die afferenten Bahnen.

Sie wissen aus früheren Vorlesungen und sehen es auf Fig. 106 schematisiert, daß die Rinde des Kleinhirnes Zuzüge enthält aus den Endstätten vieler sensibler Nerven. Vom Rückenmark her gelangen die Kleinhirnseitenstrangbahnen, sekundäre Fortsetzungen von Hinter-

wurzeln, ferner Züge aus den Hinterstrangkernen hinein. Ebensolche Zuzüge treten von einigen Hirnnerven ein, und einen besonders

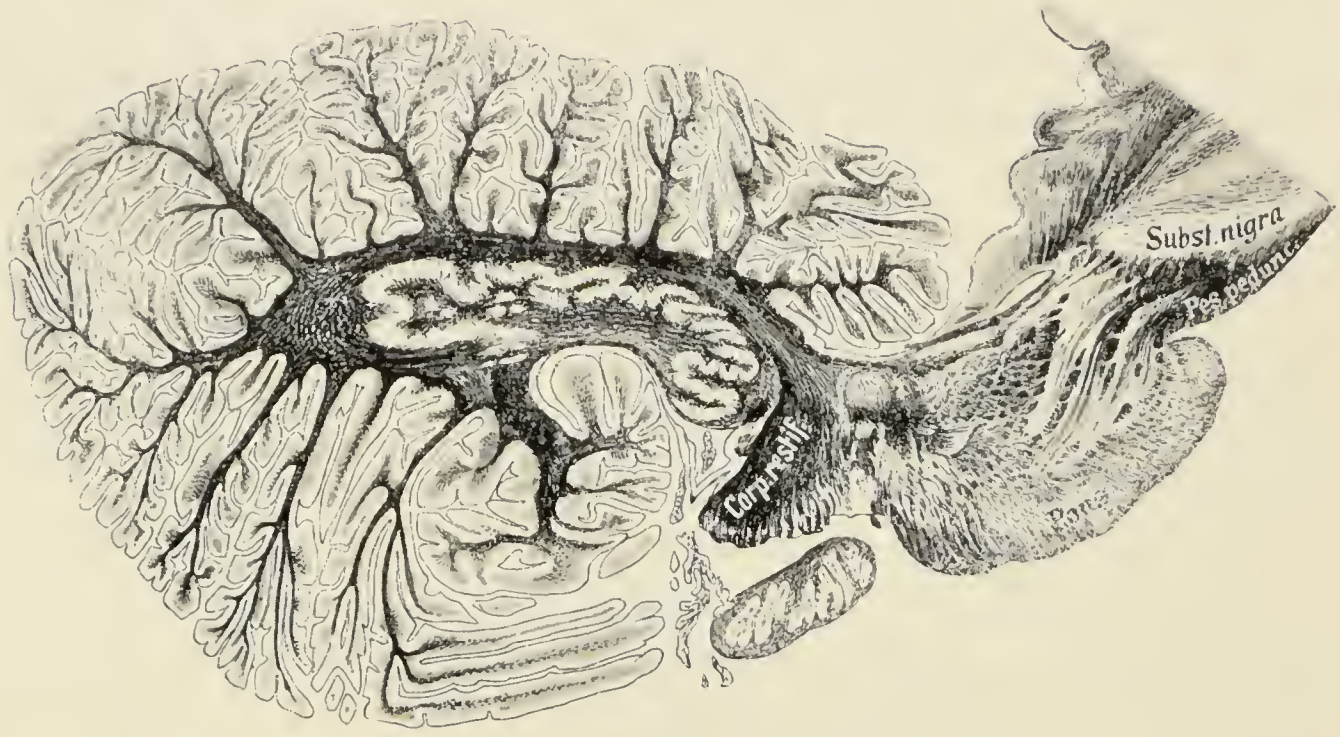


Fig. 107.

Sagittalschnitt durch das Kleinhirn in der Ebene des Restiformeeintrittes. Zeigt den Verlauf des unteren Kleinhirnarmes innerhalb des Kleinhirnes zu gutem Teile. Zur Orientierung über die Schnittebene beachte man den lateralen Abschnitt der Olive ventral von dem Corpus restiforme.

mächtigen sendet die Olive dahin. Alle diese Rezeptionen werden dem Kleinhirn durch das Corpus restiforme zugeführt. Nur einige sensible Fasern aus dem Mittelhirndach (Tectum) müssen von frontal her eintreten. S. Fig. 106.

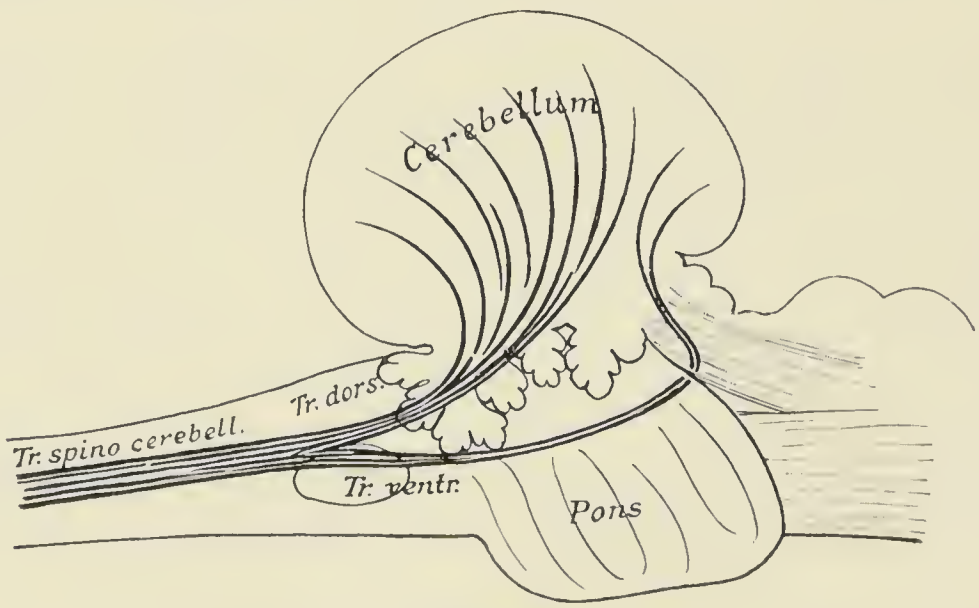


Fig. 108.

Die dorsale und die ventrale Abteilung des Tractus spino-cerebellaris in ihrem Verhalten zu Rückenmark und Kleinhirn.

Die spinalen Fasern enden im gekreuzten Wurme, den sie auf dem Fig. 90 und 108 sichtbaren Wege erreichen; die aus den Oliven stammenden enden gleichseitig, wohl meist in den Hemisphären.

Das Großhirn sendet seine Tractus cortico-pontini zu den Pons-

ganglien und aus diesen entspringen die Brachia pontis, welche kreuzend in die Hemisphäre des Kleinhirnes hineinziehen.

2. Die efferenten Bahnen.

Die Purkinjezellen der Cerebellarrinde senden ihre Axenzylinder in die Kleinhirnkerne (Tractus cortico-nucleares), wo sie um die Zellen sich verzweigen.

Aus den Zellen der Kleinhirnkerne entspringen die efferenten Bahnen des Cerebellums. In verschiedenen Zügen, s. Fig. 106, austretend, enden alle in den als Nucleus motorius tegmenti bezeichneten Ganglienzellgruppen der Haube. Die zu der Oblongata und dem

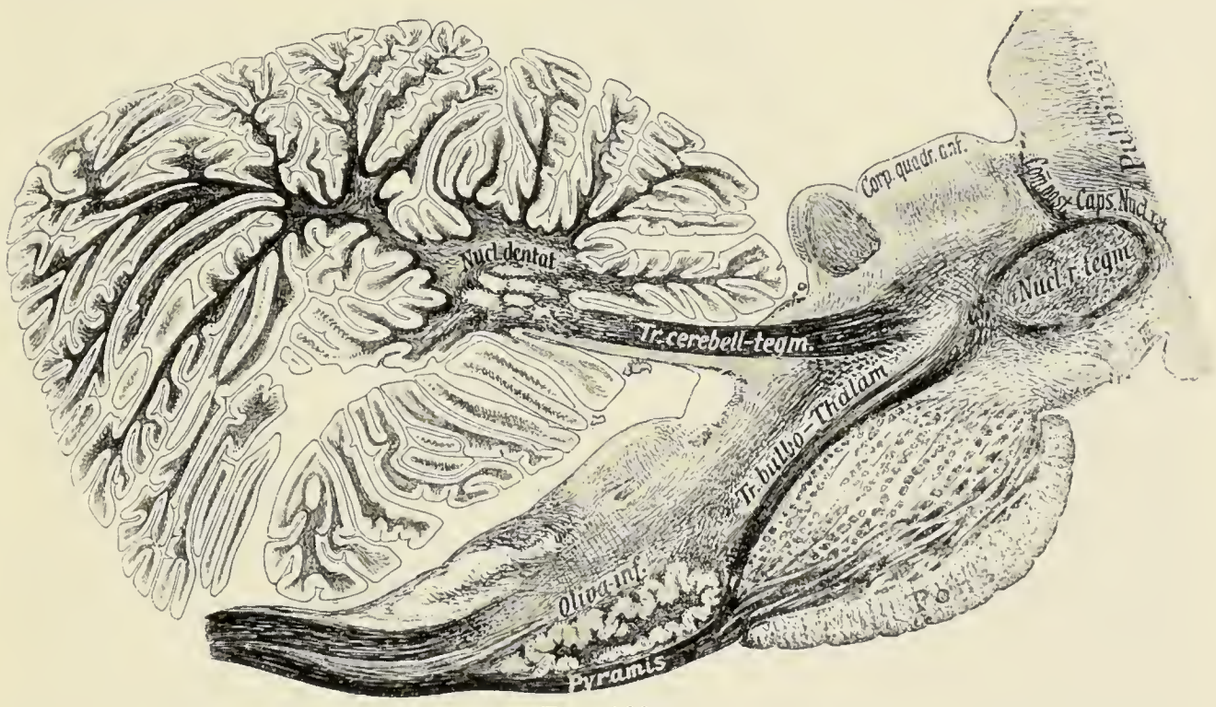


Fig. 109.
Ein Sagittalschnitt durch das Kleinhirn im Niveau der austretenden Bindearme. Zeigt deren Verlauf vom Ursprung bis zur Kreuzung.

frontalen Rückenmarkende gehenden Züge liegen im Corpus restiforme, namentlich in dessen medialer Abteilung. Eine besonders mächtige Gruppe von ihnen tritt zu dem Deiters'schen Kern s. S. 109, der nur eine Hypertrophie des motorischen Haubenkernes zu sein scheint. Eine ebensolche Kernhypertrophie liegt unter den Vierhügeln. Sie heißt Nucleus ruber tegmenti. Die zu diesem tretenden Fasern stammen aus dem Nucleus dentatus. Sie bilden die vorderen Schenkel oder Bindearme. Diese ziehen bis unter die Basis der Vierhügel, dort kreuzen sie und enden zum größten Teil jederseits in dem mächtigen rundlichen Nucleus ruber, zu geringerem ziehen sie weiter bis in den Thalamus. Vgl. Fig. 109.

Die meisten efferenten Kleinhirnbahnen kann man auf einem Schnitt sehen, der dicht hinter den Vierhügeln angelegt wird. Da auf einem solchen auch viele andere, bisher nur kurz oder gar nicht erwähnte Züge vorkommen, so demonstriere ich in Fig. 110 einen solchen.

Der Ventrikel ist bedeckt vom Velum posticum, auf dem die Lingula des Kleinhirns liegt. In seiner seitlichen Wand tritt der mächtige Bindearm, Brach. conjunct. vom Kleinhirn zum roten Kern. Ihm liegen dorsal analoge Züge an, die aus dem Dachkern zur Oblongata gehen, und lateral wird er überzogen von dem an dieser Stelle zum Kleinhirn hinauftretenden ventralen

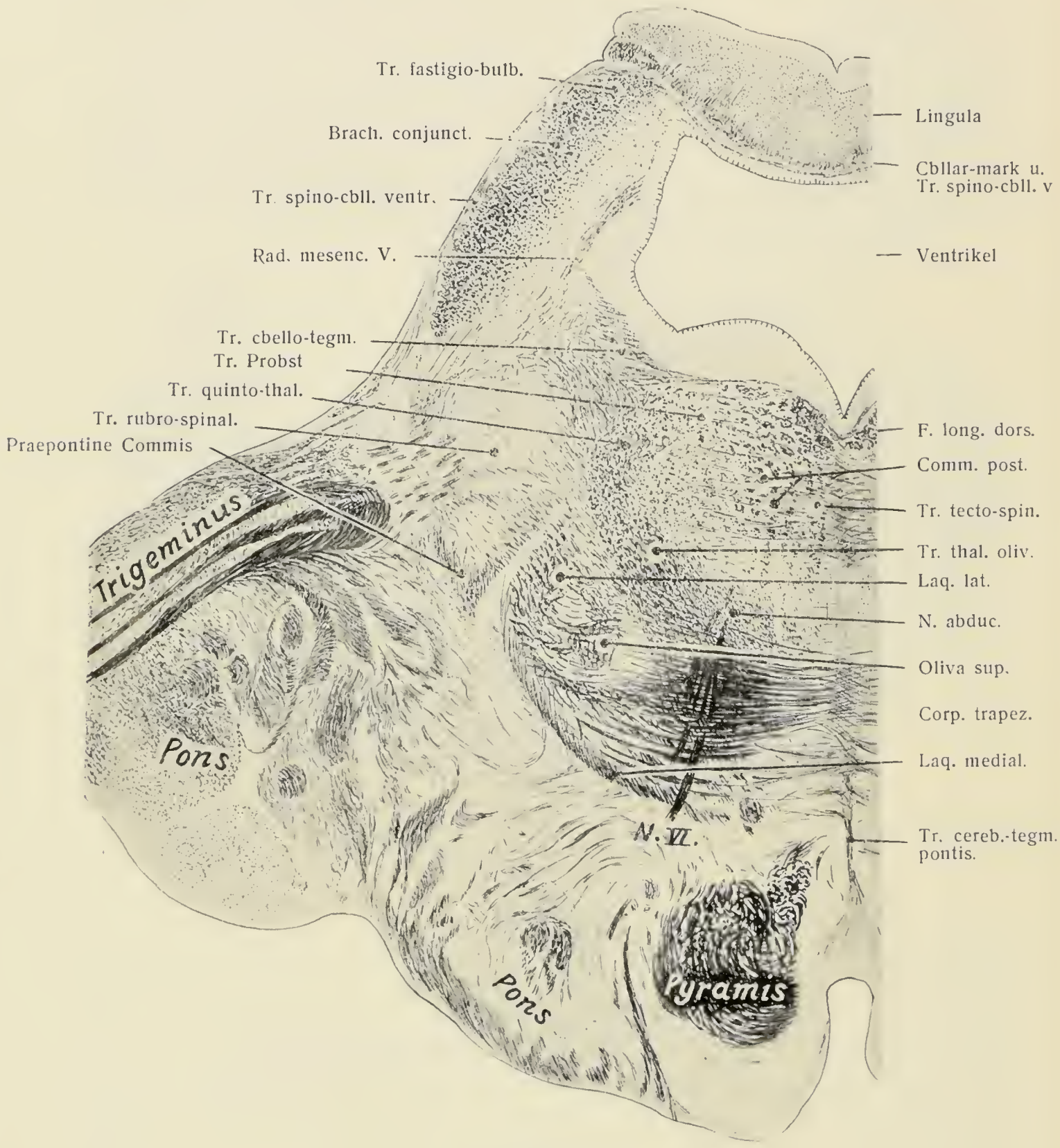


Fig. 110.
Pons. Neugeborener.

Tractus spino-cerebellaris. Zwischen Ventrikelwand und Bindearm sieht man die Fasern der mesencephalen Fünfwurzeln heraustreten, die sich zu dem austretenden Trigeminus hinwenden. Die Trigeminusfasern durchbohren die Brücke, welche die ganze ventrale Peripherie des Schnittes einnimmt. Von den zahlreichen, aus dem Großhirn kommenden Fasern sind vollständig markhaltig 1. die Pyramidenfasern, welchen man ganz nahe der Mittellinie

begegnet, bei den anderen beginnt eben die Markbildung. In der Haube treten die vordersten Abducenswurzeln und der Trapezkörper hervor, zwischen ihr und der Brücke liegen die Schleifenschichten. Der anderen, mit Namen bezeichneten Faserzüge, ist in unserer bisherigen Übersicht nur kurz gedacht.

Dieser Überblick der Kleinhirnarme lehrt, daß im Cerebellum ein Apparat gegeben sein muß, welcher besser als irgend ein anderer des Zentralnervensystems geeignet ist, aus dem sensorischen Apparat anlangende Eindrücke auf motorische und regulatorische Apparate zu übertragen.

Das Kleinhirn empfängt Impressionen aus mindestens 3 verschiedenen Quellen. Aus den Endkernen der cortico-pontinen Bahn entspringen die Brückenarme, die also Rezeptionen aus dem Großhirn zuführen. Aus den Endstätten der sensiblen Nerven des Rumpfes und des Nackens, ebenso aus den Endstätten des Vestibularis erwachsen ihm durch die Tractus spinocerebellares und durch die Tractus nucleo-cerebellares weitere Eindrücke.

Schließlich erhält es Rezeptionen aus dem mächtigen, zwischen Rückenmark und Thalamus eingeschalteten Olivenapparat. Die erstgenannte und die letztgenannte Bahn fehlen den niederen Vertebraten, treten erst allmählich zunehmend bei den Säugern auf. Sie gehören also nicht zum Grundmechanismus des Kleinhirnes. Dieser wird, wie ganz besonders die Verhältnisse bei den Haien lehren, wo das Cerebellum sehr mächtig entwickelt ist, wesentlich von den sekundären sensiblen Wurzelfasern angeregt.

Aus dem Kleinhirn weg führen Bahnen zu dem zerstreuten großzelligen Haubenkern, dessen Verbindungen bis zu den motorischen Nervenkernen reichen. Am besten bekannt sind die zu den Kernen der Augenbewegungen via dorsales Längsbündel, welches zweifellos die Augenbewegungen und durch seinen zum Rückenmark absteigenden Teil wohl auch Rumpfbewegungen reguliert. Aus dessen Ursprungsgebiet, dem Deitersschen Kern, entspringt dann noch eine direkte Bahn zum Rückenmarke.

Eine zweite mächtige, aus dem Cerebellum fortleitende Bahn ist der Bindearm, der im roten Kern der Haube endet, wo Thalamuszüge ihn indirekt und Stabkranzbahnen ihn direkt mit dem Großhirn verknüpfen.

Dieser Primärapparat erhält bei den Säugern noch den Zuwachs des Olivenapparates — unbekannter Funktion — und denjenigen aus dem Großhirne. Der letztere vermag wahrscheinlich mancherlei Störungen auszugleichen, welche durch Kleinhirnausfall entstehen, dafür spricht das Verhalten von Tieren, denen man das Cerebellum abgetragen hat und der Umstand, daß bei Menschen mit angeborenem Kleinhirndefekte fast alle Störungen sich im Leben allmählich ausgleichen. Bei Tierversuchen wären demnach die Säuger unter ganz anderen Gesichtspunkten zu betrachten als die niederen Vertebraten. Das ist bisher nicht geschehen.

Schon die Verbindungen lassen vermuten, daß in dem Cerebellum ur-

sprünglich ein Apparat gegeben ist, der irgendwie mit der Statik des Körpers zu tun hat, denn alle zuleitenden und die Mehrzahl der ableitenden Bahnen dienen nur dieser.

Das Experiment und die klinische Beobachtung stehen mit den aus dem Bau gefolgerten Schlüssen in Einklang und führen in der Erkenntnis wesentlich weiter.

Wegnahme einer Kleinhirnhemisphäre führt zu einem sehr komplizierten Krankheitsbilde. Es treten die allermannigfachsten Paresen und Spasmen nebeneinander ein. Alle Bewegungen werden so ataktisch, daß die Tiere manchmal nicht fressen können. Sie stürzen und taumeln und sie ermüden enorm schnell. Das alles kann zu gutem Teile sich allmählich ausgleichen, nur ein sehr starker Tremor bei jeder intendierten Bewegung bleibt bestehen. Der Gang wird förmlich zickzackartig.

Werden beide Hemisphären mit dem Wurme weggenommen, so sind die Erscheinungen zunächst nicht so heftig, aber im Prinzip die gleichen. Namentlich die Unsicherheit und Hypotonie im Bereiche der Muskeln, besonders der Wirbelsäule, fällt auf.

Die Zerstörungen des Wurmes allein oder die Sagittalspaltung des ganzen Kleinhirns führt zu ähnlichen Erscheinungen wie die geschilderten Abtragungen, aber sie gehen früher zurück.

Eine besondere Rolle in dem Ausgleich spielt zweifellos die Großhirnrinde, von der auch andere Einflüsse auf das Kleinhirn bekannt sind.

Erfahrungen der menschlichen Pathologie weisen darauf hin. Außerdem wissen wir, daß die Muskelstarre, welche bei allen Tieren durch Großhirnreizung und oft durch Großhirnabtragung erzeugt werden kann, sofort schwindet, wenn das Kleinhirn — beim Affen kommen Wurm und der größte Teil der Hemisphäre in Betracht — gereizt wird.

Reizung der Rinde bleibt fast symptomlos, dagegen kann man durch Reize, welche die Kerne treffen, sofort tonische Krämpfe erzeugen.

Man kann sich die Bedeutung des Kleinhirnes etwa in der folgenden Weise vorstellen:

Alle Rezeptionen, welche die Muskeln, Gelenke, Sehnen usw. von der Außenwelt erhalten, werden auf den bekannten Bahnen zur Kleinhirnrinde geleitet. Dazu kommen noch diejenigen, welche im Labyrinthe aufgenommen werden. Durch die Verbindung des Rindenapparates mit den motorisch arbeitenden Kleinhirnkernen erfolgt die Regulierung des Tonus der Muskeln und ihrer Gemeinschaftsbewegungen (Synergien). Außerdem werden hier die für die Statik so wichtigen Augenbewegungen reguliert. Wahrscheinlich erfolgen alle diese Regulationen gleichzeitig und zu geringerem Teile auch gekreuzt. Großhirnrinde und Thalamus wirken auf einen bereits geregelten Bewegungsapparat ein. Ganz speziell erhält das Kleinhirn den Tonus und die Koordination der Muskulatur von Wirbelsäule und Extremitätenwurzeln, Haltung und Gang so regulierend.

Die Symptomatologie der Kleinhirnerkrankungen ist noch relativ unbekannt. Einmal weil im Organismus Einrichtungen bestehen, welche für ausfallende Cerebellarfunktionen kompensierend eintreten können, dann weil wir offenbar noch nicht ausreichend diagnostisch sehen gelernt haben. Noch entgehen uns zu viele Abweichungen vom Normalen. In einem von mir beobachteten Falle von Mangel einer Cerebellarhälfte, der seit der Fötalzeit bestand, hat keinerlei für unser heutiges Erkennen nachweisbares Ausfallsymptom bestanden. Zweifellos war sehr vieles kompensiert. Bei der Enge

des Raumes unter dem Tentorium, in welchem das Cerebellum liegt, sind bei Tumoren usw. neben den Lokalsymptomen oft die Nachbarschaftssymptome oder die Allgemeinsymptome, welche von dem vermehrten Schädelinnendruck herrühren, besonders gut ausgeprägt.

Die Symptome, welche isolierte Erkrankung der Kleinhirnhemisphären macht, sind noch ganz unbekannt. Erkrankungen des Wurmes, besonders seiner kaudalen Abteilung, oder Beteiligung des Wurmes bei Hemisphärenerkrankung erzeugt eine Reihe von Lokalsymptomen. Vor allem die cerebellare Ataxie. Sie haben gesehen, daß in dem Wurme einerseits Fasern aus allen Endkernen der sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven enden, und daß andererseits ebenda ein Assoziationsapparat entspringt, derjenige des Deitersschen Kernes, welcher wohl geeignet ist, alle Bahnen, die zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes dienen, zu beeinflussen. Denn gerade durch diesen Apparat lassen sich auch Störungen in der Augenstellung und in der Kopfstellung erklären, welche gelegentlich bei Kleinhirnerkrankungen vorkommen. Da das vermittelnde Bündel, das dorsale Längsbündel, durch die Oblongata bis zu den Vierhügeln hin verläuft, so können natürlich auch von anderen Punkten dieses Verlaufes aus die gleichen Symptome entstehen. Die Tierversuche weisen darauf hin, daß man bei Wurmerkrankungen auch auf eine gewisse Schwäche des Muskeltonus zu achten haben wird. Als Frühsymptom ist manchmal Schwindel, echter Drehschwindel, von Wichtigkeit, er kann während des ganzen Verlaufes von Kleinhirnerkrankungen anfallsweise auftreten.

Noch nicht sicher entschieden ist, ob eine gewisse Tremorform, welche viel Ähnlichkeit mit ataktischen Zittern hat, ein Herdsymptom oder ein Nachbarsymptom ist. Das gleiche gilt von einer ähnlichen ataktischen Sprachstörung.

Kleinhirnerkrankungen machen direkt weder motorische Ausfallerscheinungen, noch auch psychische Störungen.

Zwölfte Vorlesung.

Das Mittelhirn.

M. H.! Frontal vom Kleinhirn ändert sich das Bild der Brückenhaube natürlich. Einmal, weil keine Nerven mehr eintreten, dann weil, wie ein Blick auf Fig. 113 zeigt, der 4. Ventrikel sich zu dem Aquaeductus Sylvii verengert, und schließlich, weil die mächtigen Bindearme aus dem Kleinhirne ja an dieser Stelle beiderseits nach der Gegend unter den Vierhügeln streben. Das Dach des Aquaeductus wird hier von dem Velum medullare anticum gebildet, auf welchem, vgl. Fig. 110 und Fig. 116, noch ein dünnes Kleinhirnblättchen, die Lingula, liegt. Die anderen Bahnen, welche Sie kennen, bleiben wie Fig. 111 zeigt, genau so liegen, wie weiter kaudal. Allmählich scheidet sich an dieser Stelle die ganze Hirnmasse deutlicher als bisher in 2 distinkte Abschnitte, in den dorsalen palaeencephalen und den ventralen neencephalen Abschnitt. Der dorsalere, die Haube, ist durch die Schicht der beiden Schleifen von dem ventraleren, welchen man seit langem als Fußschicht bezeichnet, geschieden.

Die Schleifenschicht besteht aus sehr vielerlei Faserarten, sie sieht

nur makroskopisch wie eine einheitliche Querschicht aus; in ihr liegen ganz nahe der Mittellinie die Tractus cortico-bulbares, welche die Hirnrinde mit den motorischen Kernen der Oblongata verbinden, also Analoga der Pyramidenbahn darstellen. Weiter lateral in breitester Schicht

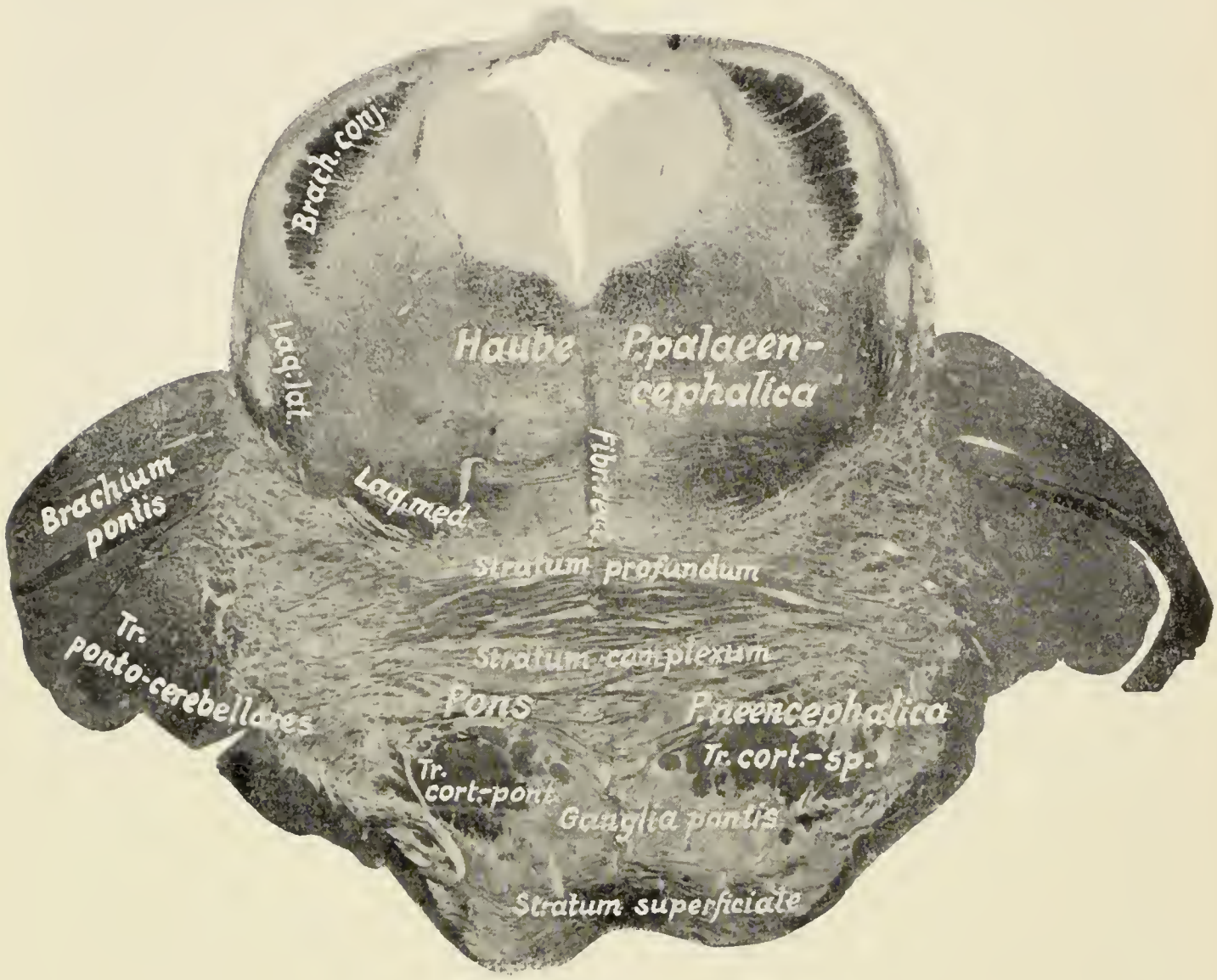


Fig. 111.
Schnitt durch die frontale Ponsgegend.

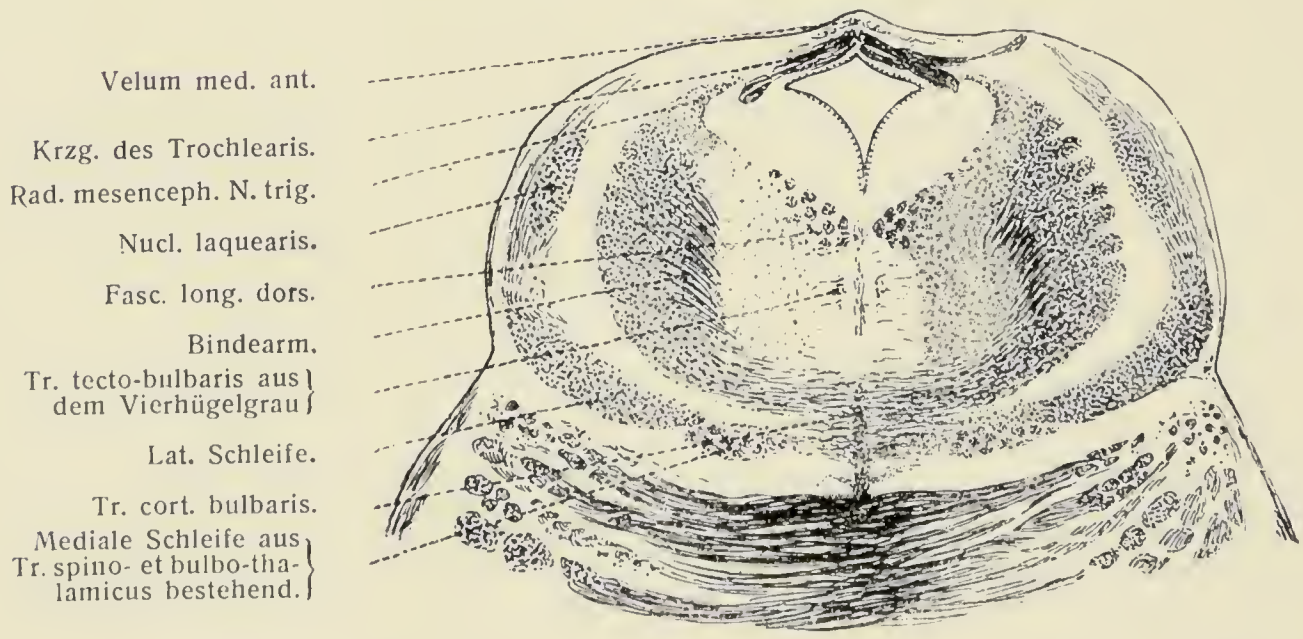


Fig. 112.
Der gleiche Schnitt, etwas weiter frontal. Die Bindearme sind medial gerückt, die Schleife liegt lateral und ventral von ihnen.

liegen Teile der medialen Schleife, die Tractus bulbo-thalamici und spino-thalamici, welche hierher aus ihren kaudalen Endstätten hinauf zum Thalamus ziehen. Fig. 113. Und noch weiter lateral begegnet man der sog. lateralen Schleife, mit eingelagerten Kernen, einem Bahnsystem, das, wie Sie wissen, dem Acusticus angehört und, aus den oberen Oliven entspringend, hinauf zu den hinteren Vierhügeln zieht. Jetzt, wo die gesamte sekundäre sensible Faserung beisammen liegt, lohnt es an

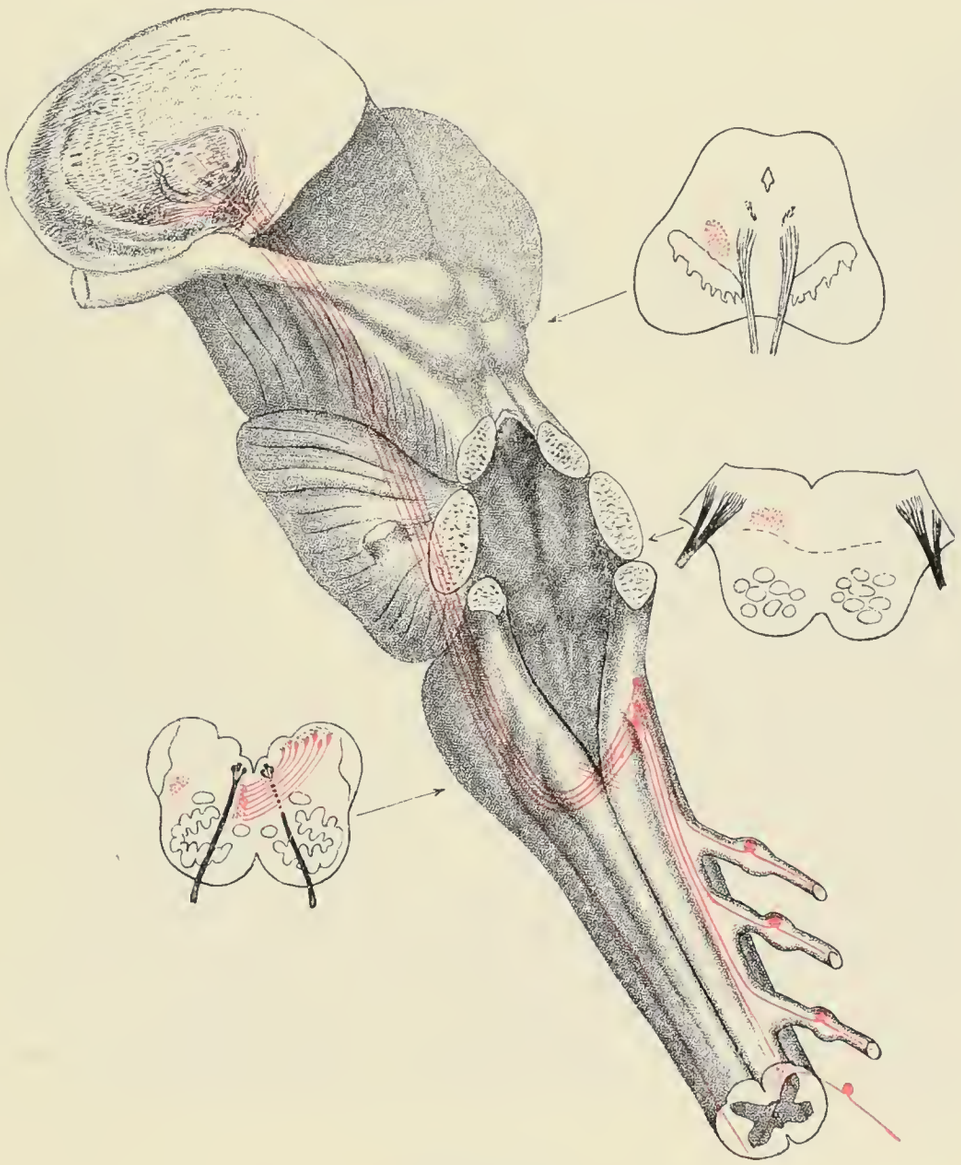


Fig. 113.
Der Gesamtverlauf der medialen Schleife.
Beginn in den Hinterwurzeln. Endigung gekreuzt im Thalamus. Die Kreuzung erfolgt z. T. im Rückenmarke, z. T. in der Oblongata.

der Fig. 113 gegebenen Abbildung noch einmal den Gesamtverlauf zu betrachten.

Schon macht sich auch die Nähe der Vierhügel dadurch geltend, daß die bisher kaum erwähnten Bahnen aus ihnen lateral im Schleifenbereich zum Rückenmark und der Oblongata und medial, ventral vom dorsalen Längsbündel, Tractus tecto-bulbares et spinales, größer und deutlicher sichtbar werden.

Die Bindearme beginnen nun zu kreuzen. Sie rücken deshalb

mehr und mehr medial und werden immer stärker von der lateralen Schleife bedeckt.

Jetzt wollen wir uns einmal die Fußfaserung näher betrachten. Ich lege einen Schnitt dicht hinter den Vierhügeln an. In seinem dorsalen Abschnitt lehrt er Sie nichts Neues, nur sehen Sie, was noch nicht erwähnt ist, daß im Velum medullare die Nervi trochleares kreuzen, eine Kreuzung, die auch schon auf Fig. 111 sichtbar war. Die Nerven treten dann aus dem Velum aus und an der lateralen

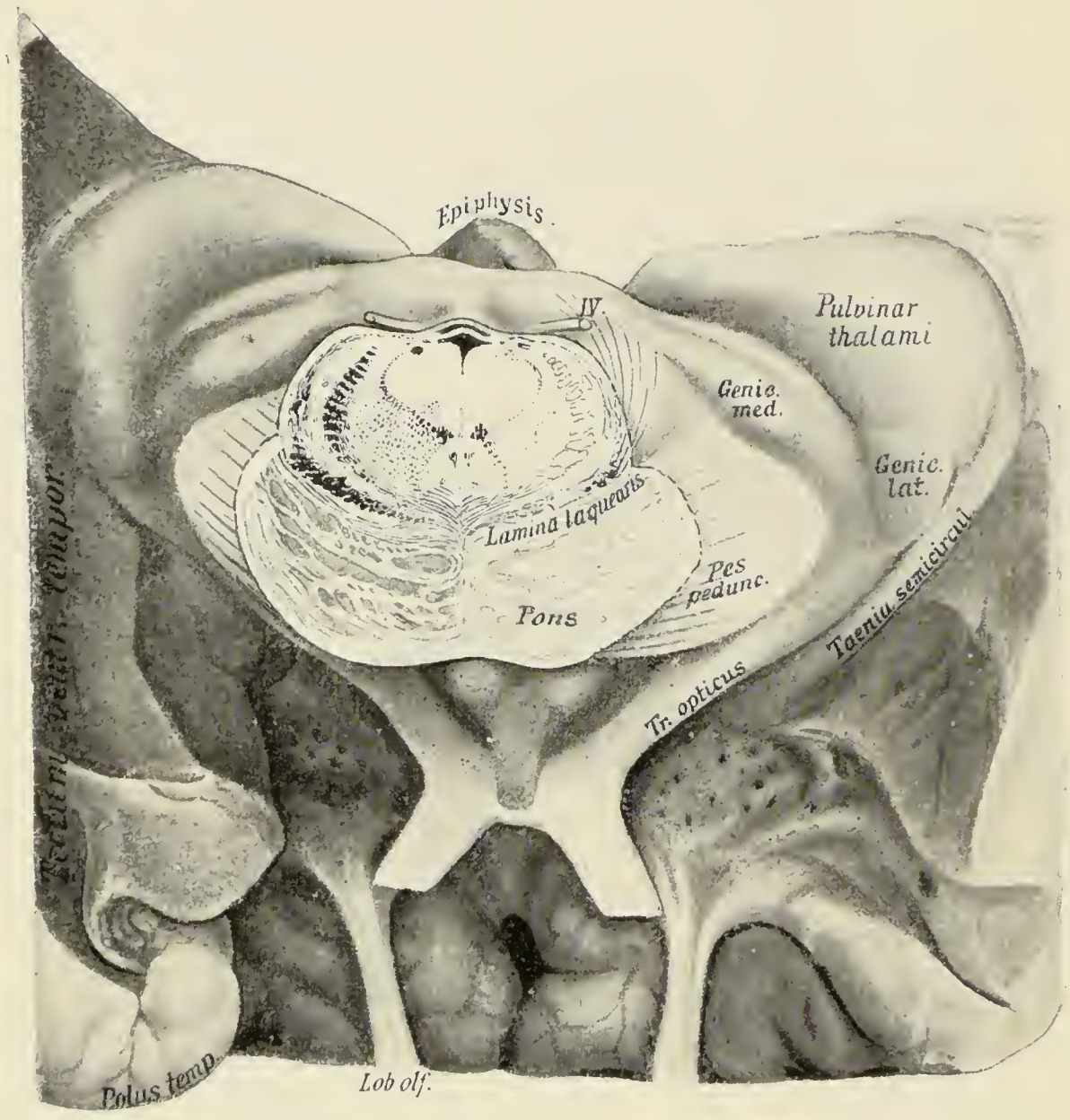


Fig. 114.

Hirnbasis. Schnitt durch die Brücke. Blick auf das Mittelhirn. Die aus der Brücke austretenden Fußbahnen des Hirnschenkels.

Seite des Mittelhirns zur Basis. Ventral von der Lamina laquearis geht der Schnitt noch durch die Brücke, aber Sie sehen, wie deren Fasern, rechts und links von der Querfaserung frei geworden, als Pes pedunculi hinein in das Hirn ziehen. Würde man nur einen Millimeter weiter frontal den Schnitt anlegen, so erhielte man das Bild, welches Fig. 115 bietet, man bekäme nämlich ventral die fast frei gewordenen Hirnschenkel, ganz dorsal aber schon die hinteren Vierhügel; das erhellt aus der Betrachtung der Fig. 114 augenblicklich. In

dieser Höhe begegnet man auch, und das ist auf Fig. 115 ganz deutlich, der totalen Kreuzung der Bindearme, ebenso wie man den Eintritt der lateralen Schleife in die Vierhügel sieht.

In der ungeheuren Fasermasse des Hirnschenkelfußes treten die sämtlichen neencephalen Bahnen aus der Hirnrinde hinab zur Brücke und weiter zum Rückenmark. Die Brückenfasern liegen ganz medial und ganz lateral, die Tractus corticospinales und die Tractus cortico-bulbares zwischen beiden Faserzügen. Die Rindenfasern zu den Hirnnervenkernen, besonders auch die Sprechbahn, trennen sich in dieser Höhe vom Pyramidenareal und sammeln sich in einem medialer tretenden Bündelchen. Das alles ist auf Fig. 119 gut zu sehen.

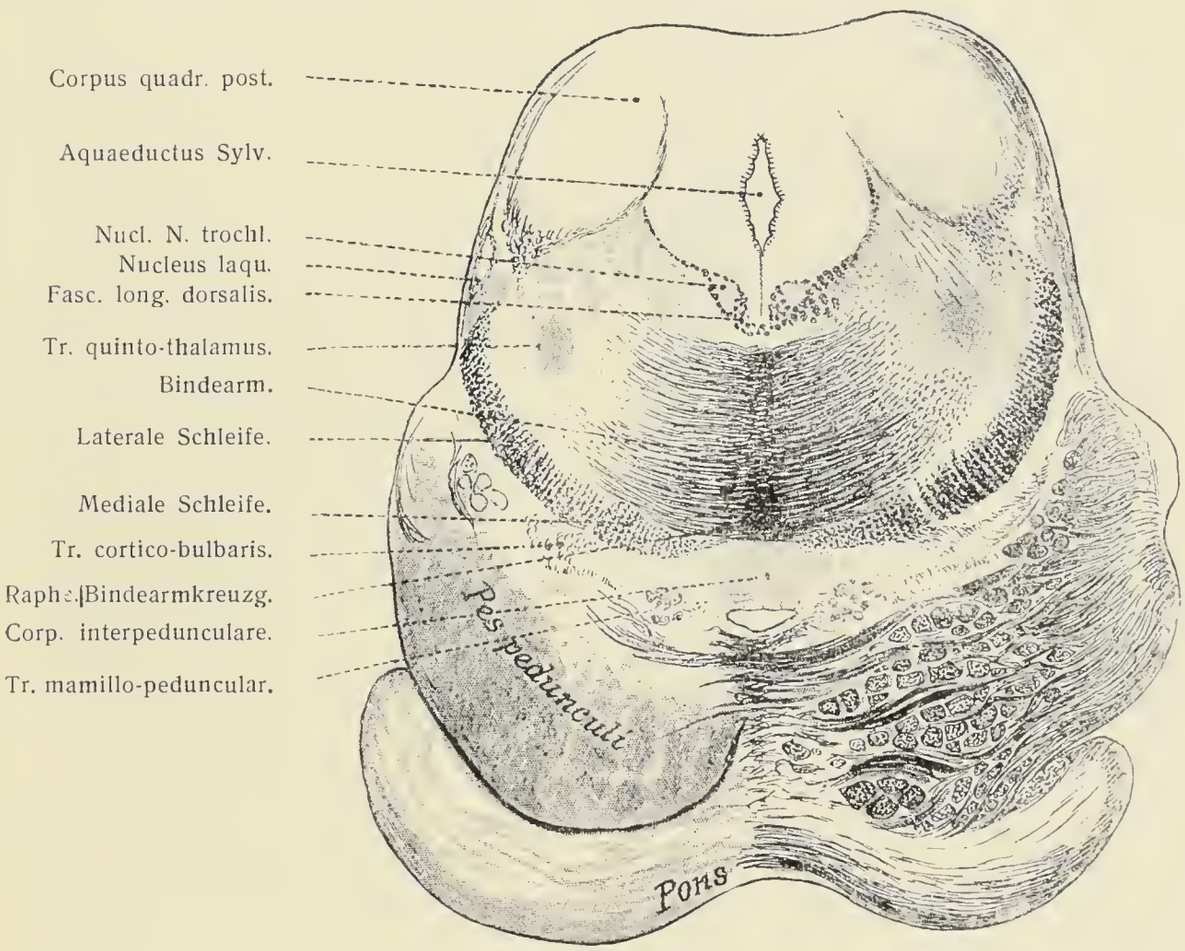


Fig. 115.
Schnitt durch die Gegend des frontalsten Brückenendes, Erwachsener.

Der Hirnschenkelfuß, der also alle Bahnen enthält, durch die das Großhirn Einfluß auf andere Hirnteile gewinnt, fehlt nicht nur allen Tieren, welche noch keine ordentliche neencephale Entwicklung haben, er ist auch bei den niederstehenden Säugern noch recht klein, und wenn einmal, wie es vorkommt, ein Kind mit mächtigen Großhirndefekten geboren wird, dann fehlt ihm sicher auch die Fußfaserung.

In dem sehr spitzen Winkel, welchen dicht vor der Brücke die Hirnschenkel miteinander bilden, liegt zwischen ihnen ein beim Menschen kleines, bei vielen Tieren sehr mächtiges Ganglion, das Corpus interpedunculare. Hier endet ein Faserzug aus dem Ganglion habe-

nulae. Da dieses Ganglion ganz dorsal und frontal am Thalamus liegt (Fig. 38), muß der Tractus habenulo-peduncularis auf seinem Laufe durch Zwischen- und Mittelhirn, den Sie Fig. 128 gut sehen, kaudal umbiegen, um zu dem basalen Ganglion zu gelangen. Er hieß deshalb bisher Fasciculus retroflexus.

Aus den Zellen des Corpus interpedunculare entspringt ein dorsalwärts in die Haube des Mittelhirnes ziehendes Bündel, Haubenbündel des Ganglion interpedunculare.

Dicht frontal von der Brücke legt sich zwischen den Hirnschenkelfuß und die Haube eine breite ganglienzellreiche Schicht, die sich durch ihr schwarzes Pigment schon makroskopisch sofort auf dem frischen Schnitt geltend macht. Es ist die Substantia nigra Sömmeringi, ein Ganglion noch unbekannter Bedeutung, das aber reichliche Faserzuflüsse besonders aus dem Corpus striatum erhält.

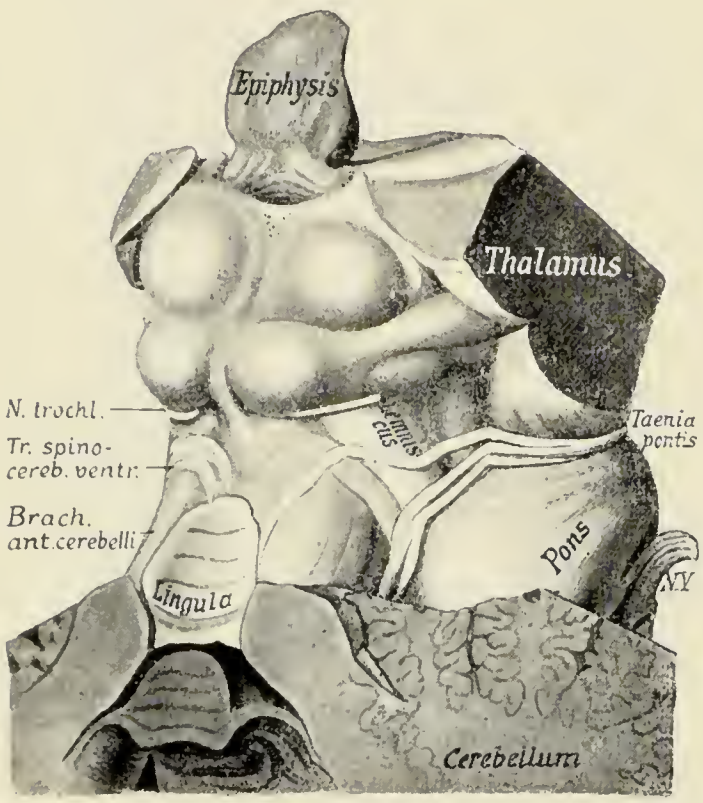


Fig. 116.
Die Vierhügel und ihre Umgebung.
Nach G. Retzius.

Die Bindearme aus dem Kleinhirn kreuzen nun vollständig und jeder endet in einem großen rundlichen Kern, Nucleus ruber tegmenti, Fig. 117. Aus diesem entspringt kreuzend der zum Rückenmarke ziehende Tractus rubrospinalis. Das ganze System wird aus Fig. 117 leicht klar.

Die Vierhügel. Der dorsale Abschnitt, das Dach der Mittelhirnhaube, ist bei allen Vertebraten im wesentlichen Aufnahmestätte für den Tractus opticus und heißt daher Tectum opticum. Bei den Säugern sind hier rückgängige Prozesse eingetreten, der Opticus endet nur mit einem kleinen, in der Reihe noch sehr wechselnden Anteil im Dache, seine anderen Endstellen sind mächtiger geworden. Der kaudale Dachabschnitt aber tritt bei den Säugern mehr hervor; Ganglien, welche bei den niederen Vertebraten in der Tiefe liegen, ragen als Höcker empor. Man unterscheidet diese letzteren als hintere Vierhügel von den vorderen. Bei vielen niederen Säugern ist diese bei den Menschen sehr deutliche Abgrenzung noch gar nicht sichtbar. Kaudal gehen die Vierhügel in das Velum medullare anticum über, auf dem die Lingula cerebelli liegt.

Von der Seite treten an die Vierhügel die vorderen und hinteren Vierhügelarme heran. Die vorderen setzen sie in Verbindung mit

einem kleinen Ganglion, dem Corpus geniculatum laterale, die hinteren mit einem ebensolchen, dem Corpus geniculatum mediale. Am besten orientieren Sie sich zunächst an der Abbildung Fig. 116.

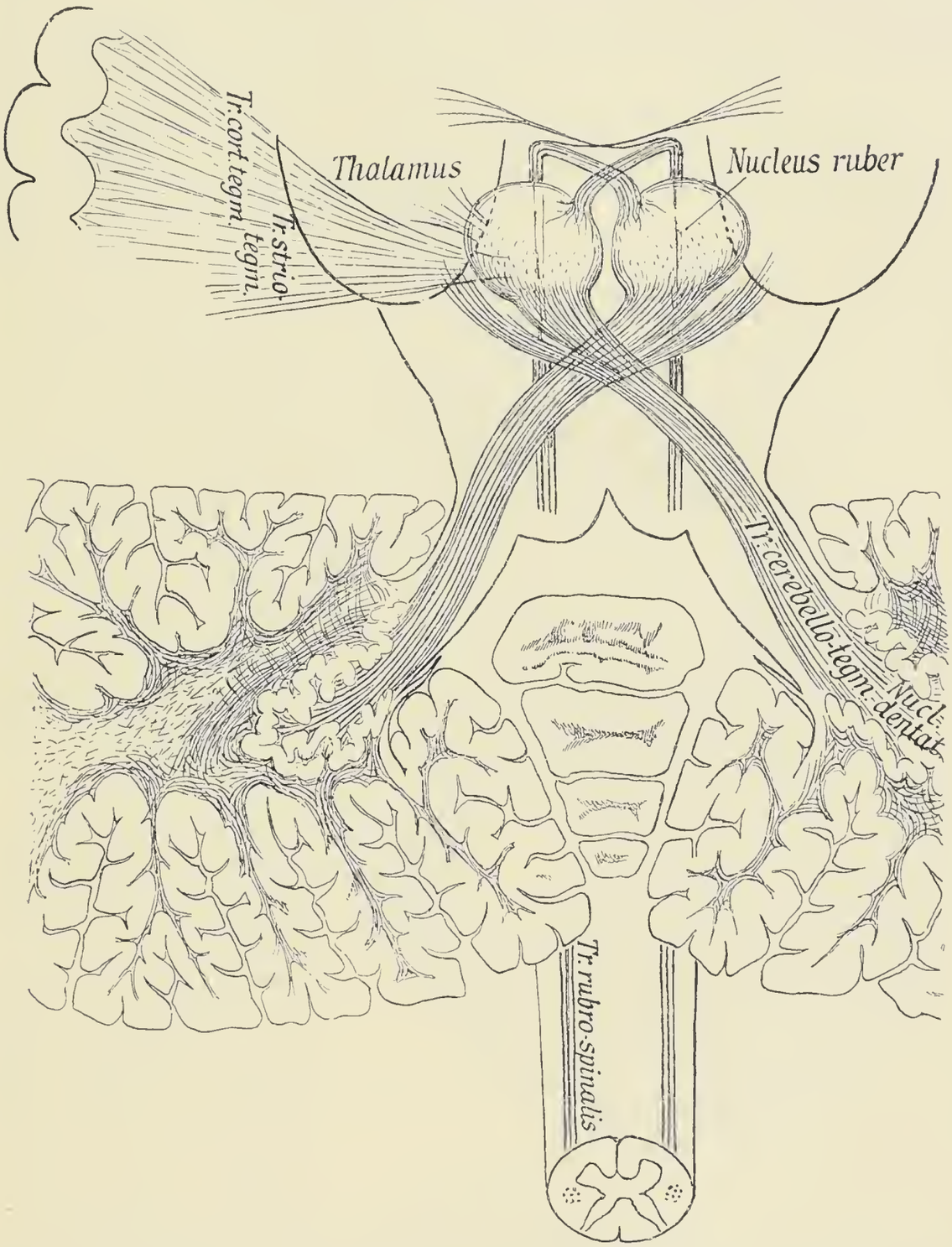


Fig. 117.
Horizontalschnitt durch Mittel- und Kleinhirn. Der rote Haubenkern und einige seiner Verbindungen. Halbschema.

Die vorderen Arme sind im wesentlichen Fortsetzungen des Sehnerven, welcher hier und in dem Geniculatum laterale endet, außerdem enthalten sie die Großhirnbahnen zum vorderen Hügel. Die hinteren Arme führen ebenfalls Großhirnbahnen; auf der Oberfläche aber bestehen sie im wesentlichen aus Zügen, welche die akustischen Endstätten in der Oblongata mit dem Geniculatum mediale verbinden, also aus Fortsetzungen der lateralen Schleife.

Der Eigenapparat der vorderen Vierhügel nimmt Optikusfasern in seinen äußeren Schichten auf und steht durch seine tiefen in Beziehung zur Oblongata und dem Rückenmarke. Derjenige des hinteren Hügels nimmt im wesentlichen die sekundären und tertiären Octavusbahnen auf, sendet eine Bahn in das Kleinhirn, steht aber sonst in gleichen Faserbeziehungen wie das vordere Vierhügelgrau. Innerhalb der Vierhügelplatte — Tectum opticum — liegt eine mächtige Querverbindung, die Dachkommissur. Das Faserweiß der Vierhügel wird als deren tiefes Mark bezeichnet. Wir wissen, daß in ihm aufgehen: Tractus bulbotectales — die laterale Schleife — und Tractus spinotectales und wissen, daß mindestens bis in die Oblongata auch Züge kreuzend hinabziehen. Sie sind auf Fig. 112 dicht ventral vom dorsalen Längsbündel zu sehen.

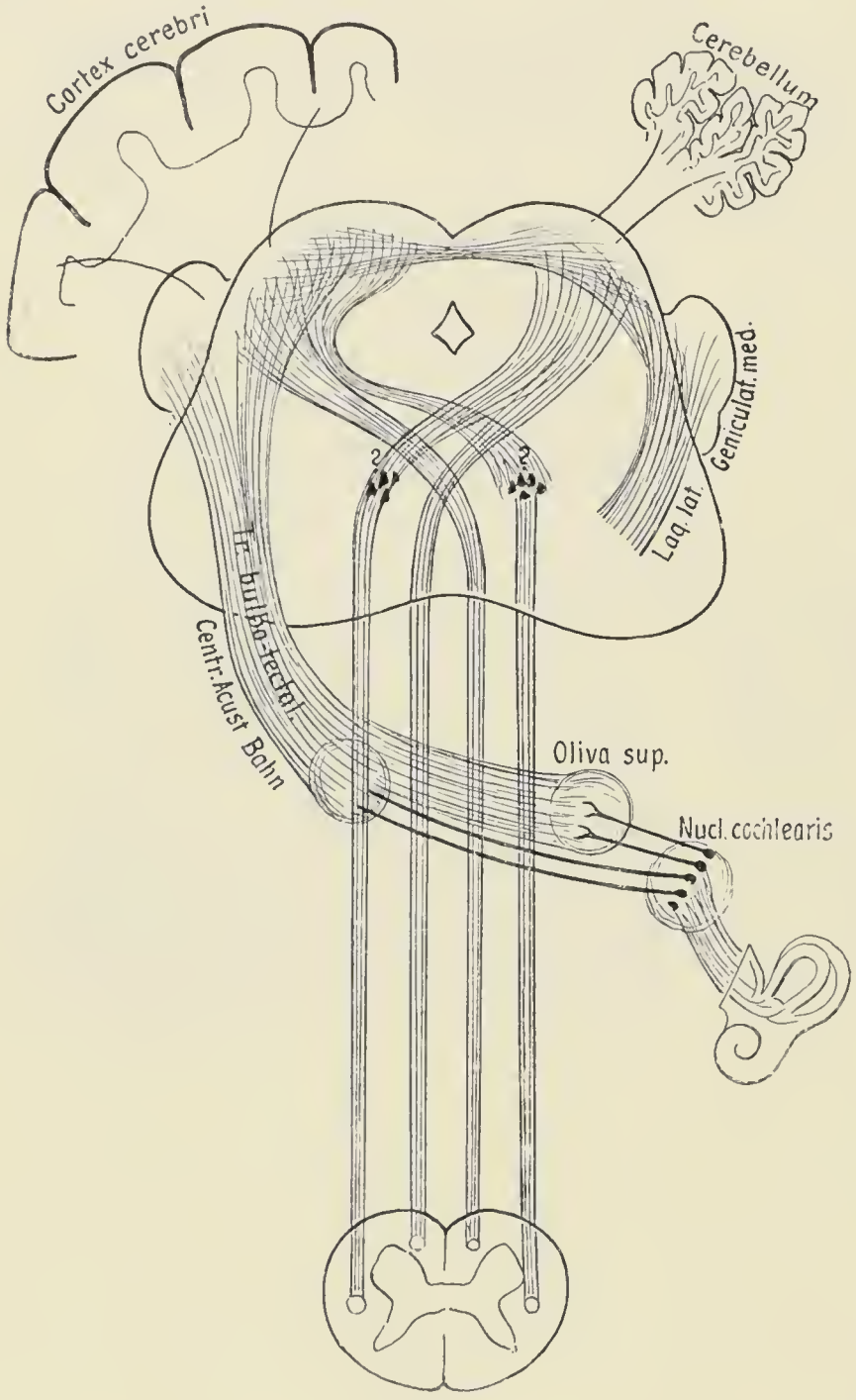


Fig. 118.
Einige Fasern aus und zu dem Vierhügeldache. Halbschema.

Der Aquaeductus Sylvii ist auf seine ganze Länge von dickem, „zentralem Höhlengrau“ umgeben. Dieses wird wiederum von den Zügen des tiefen Markes umfaßt. Es sendet die Ausläufer seiner zahlreichen Zellen mithin peripher, vorwärts bis an die Thalamusgrenze, abwärts bis in das Infundibulum, rückwärts bis in das Rückenmark. Physiologische Versuche machen es wahrscheinlich, daß hier ein dem zentralen Sympathicus zugehöriger Apparat gegeben ist.

Unter den Vierhügeln liegen seitlich vom Aquädukte und direkt unter ihm einige Kernansammlungen, welche unser besonderes Interesse beanspruchen. An der lateralen Grenze des zentralen Graues, dicht auf der Faserung des tiefen Markes, liegen große Zellen, welche

ihre Fasern hinab in den Trigeminus senden. Nucleus mesencephalicus N. V und ventral, zu beiden Seiten des Aquäduktes, werden die Nuclei Nervi oculomotorii angetroffen. In der Fig. 119 sehen Sie die Wurzeln des dritten Nerven gekreuzt und ungekreuzt entspringen, die ganze Haube durchbohren und an der Hirnbasis zwischen den Hirnschenkeln austreten.

Fig. 119.
Schnitt dicht hinter den vorderen Vierhügeln.

Diese Figur ist geeignet, das bisher Vorgetragene bequem nochmals zu übersehen. Beachten Sie die folgenden Teile in ihr:

1. Fuß des Hirnschenkels. Noch marklos; nach einem Präparate von einem vierwöchigen Kinde ist die Pyramidenbahn eingezeichnet. Ein Bündel verläßt in dieser Gegend die Pyramide, und indem es den Fuß umzieht, gelangt es, allerdings erst in kaudaler liegenden Ebenen, direkt als medialstes Bündel in die Schleifenschicht und von da zu den Kernen der motorischen Hirnnerven. Es ist der Tractus cortico-bulbaris.

2. Die Substantia nigra. Die zahlreichen, hier beim Neugeborenen sichtbaren Markfasern stammen aus dem Corpus striatum.

3. Haube des Hirnschenkels. Ganz medial die Kreuzung aus Fasern des tiefen Markes zum Tractus tecto-bulbaris, dessen Querschnitt sich eben hier anlegt. Die ventralsten, hier in Bogenrichtung gezeichnten Fasern, stellen die Kreuzung des Tractus rubro-spinalis dar, deren eines Querschnittbündel rechts, dicht unter dem dicken roten Kerne sichtbar wird.

4. Die Schleifenschicht umfaßt ventral und lateral die Haube. Der laterale Teil bleibt in dem Mittelhirn, der mediale zieht zum Thalamus weiter.

5. Das dicke Markfeld, dorsal von dem roten Kerne, enthält verschiedene aus dem Thalamus stammende Faserzüge und den Tractus thalamo-olivaris. Alle diese Teile werden von den Fasern des tiefen Markes durchquert.

6. Vierhügel. Das Ganglion des vorderen Hügels ist sichtbar, in welches durch den Arm rechts die links besser sichtbaren Optikus- usw. Bahnen ein-

Fig. 120.

Eine Zelle aus dem menschlichen Ganglion ciliare, und die nach rechts einen Nervus ciliaris sendet. Eine von links kommende Okulomotoriusfaser verzweigt um sie. Nach G. Sala.

dringen. Die Kommissur und Kreuzung des tiefen Markes, deren Ursprung links angedeutet ist, zu beachten.

7. Das zentrale Höhlengrau um den Aquäduktus, mit den Kernen des Trigeminus und des Oculomotorius.

Die Kerne der einzelnen Augenmuskeln lassen sich, wie das folgende Schema eines Horizontalschnittes zeigt, innerhalb des gemeinsamen Oculomotoriuskernes (experimentell) abscheiden. Aus einer der median liegenden Zellengruppen gehen Fasern in das Ganglion ciliare. Von diesem gehen die Nervi ciliares zu den Binnenmuskeln des Auges. Die Kerngruppe ganz kaudal entsendet den Trochlearis in fast horizontalem Verlaufe zu seiner Kreuzung im Velum anticum.

Die anatomische Grundlage für den von der Klinik postulierten direkten und gekreuzten Zusammenhang des Okulomotorius mit den Zentren des Optikus ist noch nicht sicher nachgewiesen.

Diese für die Pupillarbewegung notwendige Bahn besteht jedenfalls: a) aus dem zuführenden Ast, im Optikus. Ein solcher zum Mittelhirn ist in den vorderen Vierhügelarmen gegeben; b) aus dem efferenten Ast für den

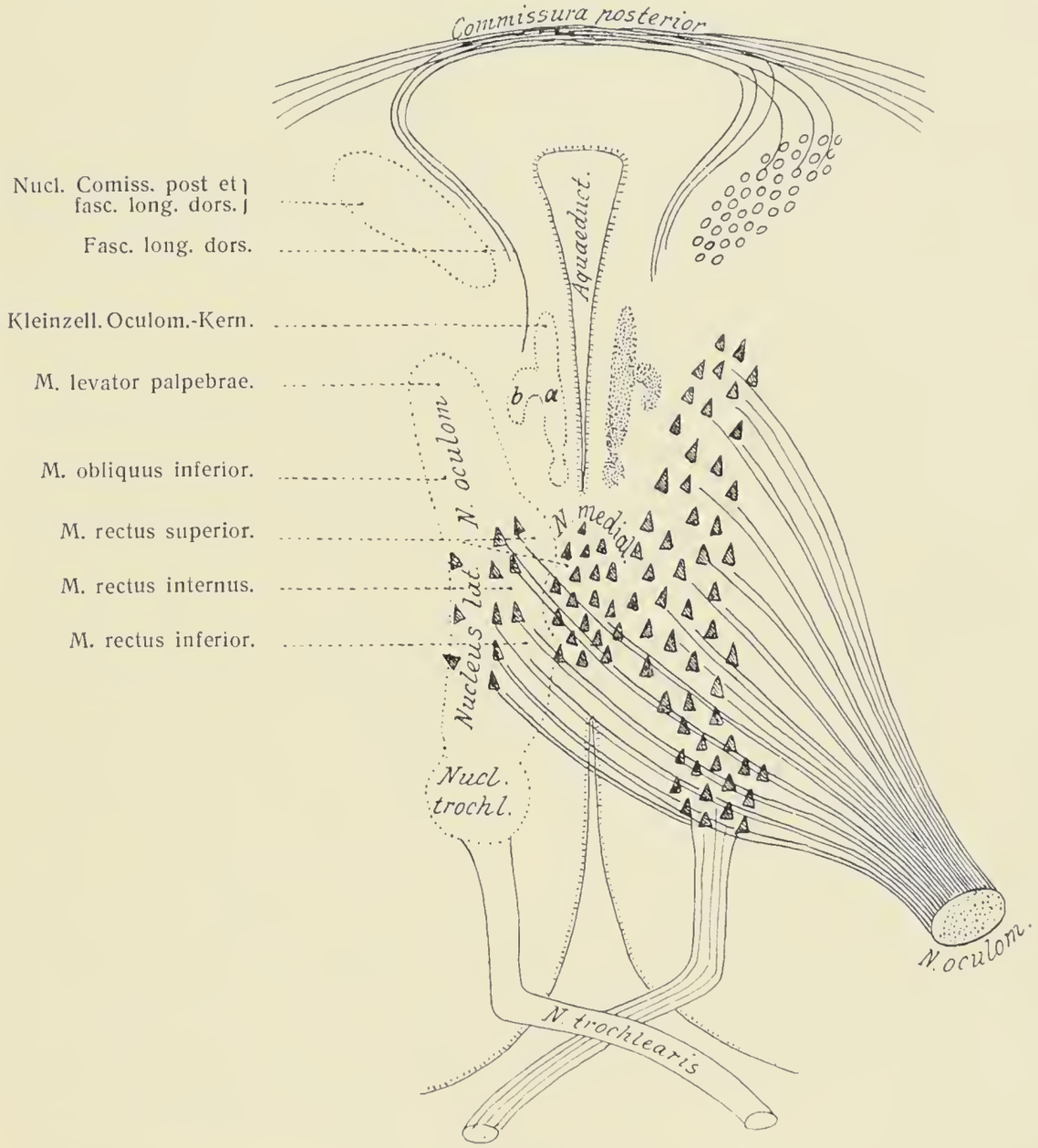


Fig. 121.

Die Gegend unter dem Aquaeductus Sylvii von oben her gesehen. Schema. Lage der Kerne der Commissura posterior, des Okulomotorius und des Trochlearis. Die Lokalisation der Okulomotoriuskerne, z. T. nach Untersuchungen von Bernheimer an Affen.

Sphincter iridis. Von diesem wissen wir, daß er im Okulomotorius zum Ganglion ciliare zieht. Aus disem Ganglion erst entspringen die Irisnerven.

Ein Teil sowohl der zu- als der ausführenden Bahnen kann in einem unregelmäßig entwickelten Bündel, dem Tractus peduncularis transversus, gesondert verlaufen. Dieses trennt sich vom Optikus, überquert den Hirnschenkel und geht median in seiner Tiefe zu der Gegend des Okulomotoriuskernes.

Drittens muß ein Mechanismus da sein, welcher die Reflexe zwischen beiden Bahnen, der zuleitenden und der ableitenden, vermittelt. Ein solcher Apparat ist noch zu finden. Aber es liegen im Grau um den Aqueductus so reiche Fasernetze, daß Celegenheit genug zu solchen Verbindungen gegeben ist. Das beweisende Experiment oder die beweisende klinische Beobachtung mit nachträglich erhobenem Befunde steht noch aus.

Es ist noch nicht gelungen, die kortikalen Bahnen gerade zu den Augenbewegungsnerven aufzufinden, doch kennt man Bahnen, die aus der Rinde bis in die Vierhügel ziehen.

Aus einer Kernplatte frontal vom Okulomotorius entspringen die Fasern der Commissura posterior. Sie sind diesen zuerst in Fig. 38 begegnet, wo Sie ihre dicht frontal von den Vierhügeln ziehenden Querfasern bemerkten. Die Schenkel senken sich jederseits in die Substantia reticularis der Haube ein, für die sie also wohl eine Querverbindung darstellen.

Ventral von den Augenmuskelkernen, mit ihnen aber durch zahlreiche Fasern in innigem Konnexe, liegt der Fasciculus longitudinalis dorsalis (Fig. 119). Es ist ein langer, frontalwärts an Dicke immer zunehmender Faserzug, den Sie schon von den Vordersträngen des Rückenmarkes an durch die ganze Oblongata und Brücke immer an gleicher Stelle, dicht unter dem zentralen Grau beiderseits von der Mittellinie gesehen haben. Dieser Zug ist aus den mannigfachsten Faserkategorien zusammengesetzt. Er muß ein sehr wichtiges Bündel sein, zum Grundapparate des ganzen Mechanismus gehören, denn er ist von den Neunaugen an bis hinauf zum Menschen immer an gleicher Stelle vorhanden. Wir wissen, daß er auf seinem langen Verlaufe, der ja vom frontasten Mittelhirn bis in die Vorderstränge des Rückenmarkes reicht, ständig Kollateralen an die umgebenden Nervenkerne abgibt, und daß gerade die Augenmuskelkerne die Mehrzahl erhalten. Dieser Faserzug ist Ihnen ja bekannt, er ist auch schematisch in Fig. 84 dargestellt; heute will ich nur daran erinnern, daß wir in ihm, der zu gutem Teile aus Kernen nahe dem Vestibularis stammt und Verbindungsfasern zwischen Halsmark, Abducens- und Okulomotoriuskernen führt, die Unterlage für das Zusammenspiel der Augen, für die Kopfhaltung und für die dadurch bedingte Orientierung im Raume sehen dürfen.

Die Beschreibung der Fasern und Kerne im Mittelhirne, welche ich Ihnen hier gegeben, wäre unvollständig, wenn ich nicht zum Schlusse mitteilte, daß eigentlich alle Bestandteile der Haube untereinander durch Faserkollateralen in Beziehung stehen. Aus der Substantia nigra treten welche dorsal in die Schleifenschicht. Aus der medialen Schleife treten solche nach den roten Kernen, aus den Bindearmen gehen Fasern in die Schleifenschicht. Die alles durchquerenden Züge des tiefen Markes treten ebenso zu ihren Nachbarorganen in Beziehung.

Sie sehen, im Mittelhirn ist zweifellos ein mächtiger Apparat gegeben, der Erregungen aus fast allen Teilen des Zentralapparates zusammenordnen, umordnen könnte. Dieser Apparat muß ebenso wie der Eigenapparat des Rückenmarkes und der Oblongata zu den Grundmechanismen des Nervensystemes gehören, denn er wiederholt sich mit nur geringfügigen Änderungen durch die ganze Vertebratenreihe. Innerhalb der Säugerreihe kann er, abgesehen von der gelegentlich enormen Ausbildung der lateralen Schleife-Tractus acustico-tectales und der Defekte bei blinden Tieren als überall gleich angesehen werden.

Ein Schnitt durch das Mittelhirn eines Haies ist von einem vom Mensch stammenden nicht sehr verschieden. Nur die Fußfaserung fehlt ganz, weil Haie nur Spuren eines Neencephalon haben.

Es ist nun sehr auffallend und ein guter Beweis dafür, wie schlecht wir noch beobachten, daß bisher keine Symptome gefunden worden sind, welche speziell durch Zerstörung des mächtigen Vierhügeldaches mit der Faserung des tiefen Markes entstehen für eine solche Zerstörung charakteristisch sind. Wir können nur aus den anatomischen Anordnungen — Endigung der sekundären Akustikusbahn im hinteren Hügel usw. — einiges erschließen. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß die von den Vierhügeln zum Kleinhirn ziehende Bahn den von jenem ausgehenden Gesamttonus hemmen kann. Bei Tieren läßt ein Schnitt hinter den Vierhügeln sofort gleichseitige Muskelstarre erstehen.

Die Diagnose einer Erkankung im Mittelhirn ist dadurch erleichtert, daß hier die zentralen motorischen und sensiblen Bahnen relativ nahe den Augenbewegungskernen und dem Apparat für die Pupilleninnervation liegen, der eben nur vom Mittelhirn her zentral gestört werden kann.

Herde im Bereiche der Hirnschenkel treffen die motorische Faserung für die gegenüberliegende Körperhälfte inklusive der gekreuzten Kopfhälfte. Auch sensorische und vasomotorische Störungen können eintreten. Meist aber wird nicht nur die Extremitätenmuskulatur und einer oder mehrere Hirnnerven gelähmt, sondern es treten auch Störungen im Okulomotorius der erkrankten Seite auf. Wenn gleichzeitig ein Okulomotorius und die ihm gekreuzte Körperhälfte gelähmt werden, darf man an einen Herd unter den Vierhügeln denken. Solche Kranke können die Glieder einer Seite nicht oder nur teilweise bewegen, das obere Lid hängt herab, die Pupille ist erweitert, der Augapfel durch den M. rectus externus nach außen rotiert. Durch einen Tumor an der Hirnbasis könnten, wie ein Blick auf Fig. 41 zeigt, die gleichen Symptome einmal erzeugt werden; es ist deshalb wichtig für die Diagnose, wenn Augen- und Extremitätenlähmung gleichzeitig auftreten, was im letzterwähnten Falle nur durch eine ganz besondere Kombination der Verhältnisse vorkommen dürfte. Wenn Anästhesie auftritt, ist sie ebenfalls nur auf der der Erkrankung entgegengesetzten Seite vorhanden. Die sensiblen Fasern verlaufen wahrscheinlich zum größten Teile in der Schleife.

Reicht ein Krankheitsherd weiter dorsal und trifft die Corpora quadrigemina selbst, so tritt außer der, wie ein Blick auf unsere Querschnitte zeigt, fast selbstverständlichen einseitigen oder doppelseitigen Okulomotoriusstörung bei Erkrankung des vorderen Vierhügels Sehschwäche ein; zuweilen ist ophthalmoskopisch gar nichts Abnormes dabei nachzuweisen. Bei Tumoren kann natürlich, wie bei Tumoren an anderen Stellen des Gehirns, Stauungspapille, Sehnervenatrophie sich einstellen. Meist ist die Pupille ganz reaktionslos. Welche Symptome den Erkrankungen der hinteren Vierhügel zukommen, wissen wir nicht. Man hat Gleichgewichts- und Koordinationsstörungen dabei eintreten sehen. Wahrscheinlich kommen auch Gehörsstörungen vor.

Am leichtesten wird der Verdacht auf Vierhügelerkrankung rege, wenn beide Okulomotorii gelähmt sind und periphere Ursachen (an der Hirnbasis) sich ausschließen lassen, oder wenn nur ein Teil des Okulomotorius (z. B.

nur die Fasern zu den inneren Augenmuskeln) geschädigt ist. Bei Affektion des peripheren Stammes ist das kaum möglich, solche Lähmungen sind fast immer unklarer Natur.

Zu erwarten wäre noch, daß durch gelegentliche Beteiligung der Kleinhirnfaserung Zwangsstellungen und dergl. auftreten. Sicher sind — wahrscheinlich durch Beteiligung des tiefen Markes — ataktische Störungen beobachtet, welche bei allen Bewegungen vorkommen. Sie beeinflußten aber nicht, wie diejenigen nach Kleinhirnherden, die Gesamtstatik, störten Gang und Haltung nicht wesentlich.

Einige Beispiele werden das erläutern.

Durch den Herd 2 der Figur 122 wird wesentlich Hemianopsie erzeugt werden, weil die Hauptendstätte des linken Traktus zerstört wurde.

Der Herd 3 erzeugt Störungen der Pupillenreaktion auf Licht, weil er die wohl im vorderen Arm liegende Bahn aus dem Optikus zu dem Pupillarzentrum zerstört.

Fig. 122.
Einige supponierte Herde im Gebiete des frontalen Mittelhirnes.

Durch den Herd 4 wird wegen der Schleifenaffektion eine wesentliche Gefühlsstörung auf der gekreuzten und durch Affektion der Okulomotoriuswurzeln eine Lähmung einiger auf der gleichen Seite liegender Augenmuskeln entstehen. Ganz dasselbe, aber mit Beeinträchtigung der Motilität, wird der Herd 5 erzeugen.

Gekreuzte motorische und sensorische Störung ohne oder mit geringer Beteiligung des Augenbewegungsapparates erzeugt der Herd 6.

Ein Patient mit Herd 7, einer nicht seltenen Affektion durch Tumoren, wird dadurch auffallen, daß neben einer einseitigen oder doppelseitigen Okulomotoriuslähmung mit kompletter Erweiterung der Pupillen eine Amblyopie auftritt, für welche der Spiegelbefund keine Erklärung gibt.

Die Herde Nr. 1 und 8 fallen in die Stabkranzfaserung, die wir noch nicht näher studiert haben. Es handelt sich im wesentlichen um Bahnen, die den Anschluß sensibler, im Thalamus endender Züge an die Hirnrinde vermitteln. Ihre Erkrankung macht, je nach der speziellen Art, Anästhesien oder auch zentrale nach außen projizierte Schmerzen. Bei 8 kann es auch zu Sehstörung neben der Gefühlsstörung kommen.

Dreizehnte Vorlesung.

Der Sehnerv, die Ganglien und Fasern des Zwischenhirnes.

Meine Herren! Sie sehen auf Fig. 123 die Sehnerven in das Chiasma eintreten, aus dem sich beiderseits die mächtigen Tractus optici entwickeln. Diese können rückwärts ohne Mühe bis in ein Ganglion an der Unterseite des Thalamus, das Corpus geniculatum laterale, und in den Stil des vorderen Vierhügels verfolgt werden. Auch in den mächtigen Höcker, der kaudal aus dem Thalamus hervorragt, das Pulvinar thalami, gelangt ein Zug.

Wird ein Auge ausgerottet, so degeneriert der Nerv bis in das Chiasma hinein. Dort aber teilen sich die entarteten Fasern, ein guter Teil kreuzt hin-

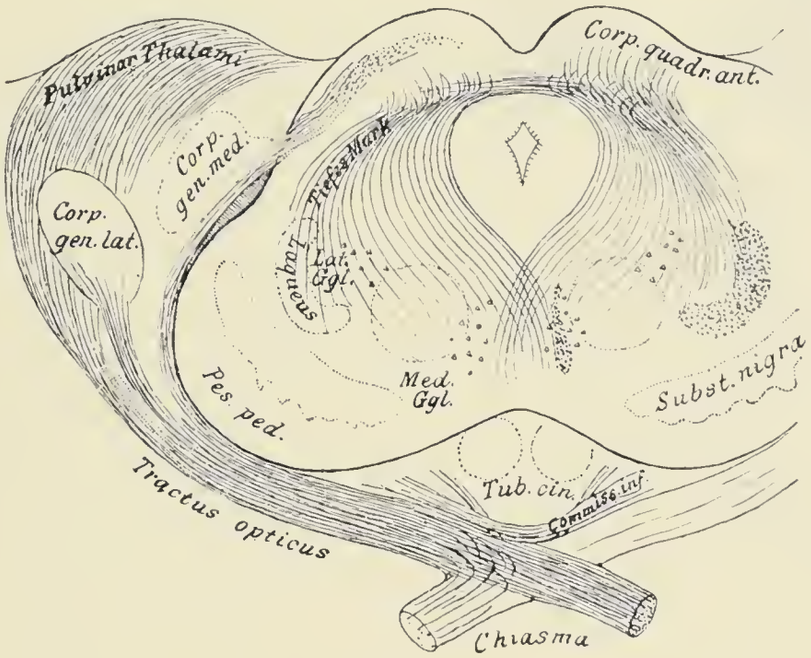


Fig. 123.
Chiasma und Endigung des Sehnerventraktus.

über zum anderseitigen Traktus, besonders zu dessen medialer Seite, ein anderer zieht in die laterale Seite des gleichseitigen Traktus. Das Chiasma enthält eine Semidekussation.

Es hat ungeheure Mühe gekostet, diese einfachen Verhältnisse zu erkennen. Erst mit Ausbildung der Degenerationsmethoden ist man zur Sicherheit gelangt. Deshalb existiert über den Bau des Chiasma eine größere Literatur als über den irgendeines anderen Hirnteiles.

Bei diesen Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß nicht für alle Tiere die Verhältnisse so liegen, wie sie hier für den Menschen geschildert worden sind. Die Säuger mit wesentlich seitwärts stehenden Augen haben viel mehr kreuzende Fasern als der Mensch.

Die Fasern der Tractus enden im Corpus geniculatum laterale, im oberflächlichen Marke des vorderen Vierhügels und in den äußersten Schichten des Pulvinar. Die Hauptendigungsstätte ist jedenfalls das Corpus geniculatum laterale. Alle

anderen kommen, wenigstens bei den Säugern, erst in zweiter Linie in Betracht. Diese grauen Massen bezeichnet man als primäre Optikuszentren. Bei der Blindmaus — Spalax typhlus — wo die Optici fehlen, ist auch das Geniculatum laterale total zugrunde gegangen.

Es gelangen dann noch von einigen anderen Stellen schwache Zuzüge in den Sehnerven, so namentlich solche aus einem Ganglion an der Hirnbasis.

Diese palaeencephalen Teile, die primären Endstätten des Sehnerven, gewinnen an das Neencephalon Anschluß. Es entspringt aus den erwähnten Ganglien eine Bahn zum Occipitallappen des Großhirns und eine ebenso von daher kommende endet in ihnen. Diese Züge nennt man Sehstrahlung. Durch sie erst wird es möglich, daß optische Eindrücke zu höherer geistiger Verwertung kommen. Ein Mensch, der diese Bahn verliert, wird blind. Tiere, bei denen sie weniger ausgebildet ist, verlernen, was sie optisch kennen gelernt, und Fische oder Frösche, welche diese Sehbahnen gar nicht besitzen, sind zwar nicht blind, sie verhalten sich aber ganz zwangsmäßig gleichmäßig, wenn die gleichen optischen Eindrücke eintreten. Deshalb geht der Fisch immer wieder an die Angel, wenn der Köder nur seinen Lebensgewohnheiten entsprechend geformt und bewegt wird, und deshalb kann man Frösche, die nur Bewegtes als Beute erkennen, zwar mit Heidelbeeren angeln, die sie sonst nicht fressen, sie aber verhungern sehen neben Fleischstückchen, wenn diese nicht bewegt werden.

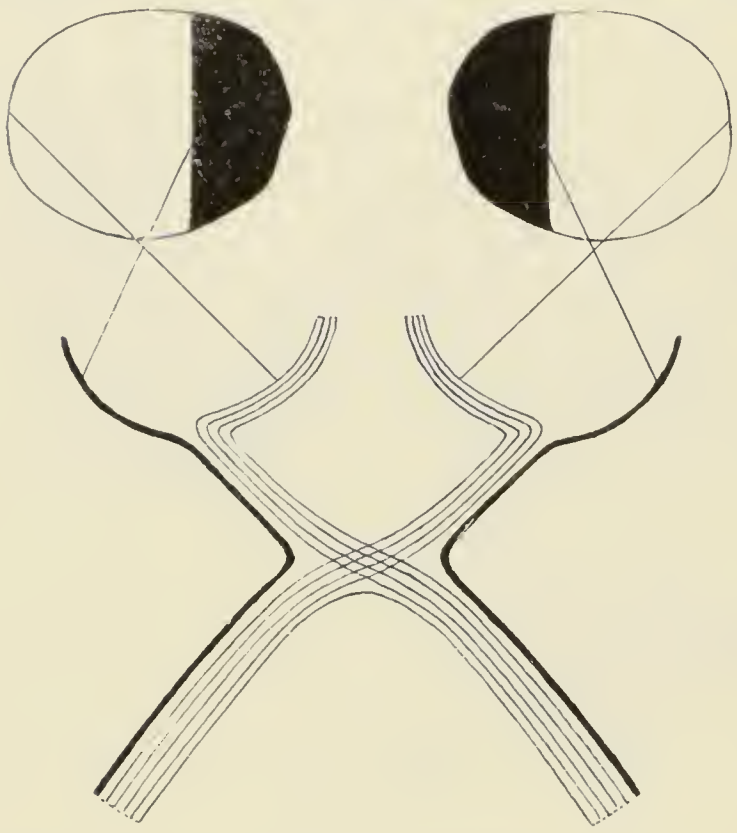


Fig. 124.
Schema des Faserverlaufes im Chiasma, zur Erklärung der Hemianopsie bei Basisherden.

Da im Chiasma die Sehnervenfasern nur partiell kreuzen, so bedürfen die von Druck auf dasselbe ausgehenden Erscheinungen einer besonderen Erwähnung. Sie führen zuweilen zu außerordentlich scharfer Präzisierung eines störenden Krankheitsherdes. Läsionen der in das Chiamsa eintretenden Sehnerven erzeugen Schädigung des Sehvermögens auf dem ganzen von dem betreffenden Nerven versorgten Auge, und eine Läsion, welche das ganze Chiasma trifft, ruft natürlich doppelseitige Blindheit hervor. Sitzt ein Herd kaudal vom Chiasma, in dem einen oder anderen Traktus, so erzeugt er nur Hemianopsie. Es fällt das nasale Gesichtsfeld auf dem gleichen, das temporale auf dem gekreuzten Auge aus. In seltenen Fällen hat man nur die nasale Hälfte des Gesichtsfeldes ausfallen gesehen, gewöhnlich war dann eine Läsion des lateralen Abschnittes des gleichseitigen Traktus vorhanden; auch doppelseitiger Ausfall des nasalen Gesichtsfeldes ist beobachtet. Ur-

sache waren erweiterte Karotiden, die jederseits auf das Chiasma drückten. Häufiger schon scheint ein doppelseitiger Ausfall der temporalen Gesichtsfeldhälften zu sein. Die Ursache ist immer zu suchen in einer Affektion, welche, im kaudalen Winkel des Chiasma sitzend, beide kreuzenden Bündel zerstört. Wiederholt bei Hypophysistumoren beobachtet. Natürlich kommen alle möglichen Kombinationen vor. Beispielsweise wird ein Tumor, der von links her in das Chiasma hineinwächst und es zerstört, beide Gesichtsfeldhälften des linken Auges und die laterale des rechten vernichten, während die mediale Gesichtsfeldhälfte des rechten Auges so lange frei bleiben wird, als nicht die lateralsten Fasern des rechten Traktus ergriffen werden.

Die Bahnen aus dem Auge, welche via Okulomotorius den Pupillenreflex vermitteln, verlassen den Traktus durch den vorderen Vierhügelarm.

Hinter dem Chiasma liegt ein Querbündel markhaltiger Fasern, dessen beide Schenkel jederseits zum Corpus geniculatum mediale hinauf ziehen. Es ist noch nicht sicher, welches die Bedeutung und die Beziehung dieser Guddenschen Kommissur ist.

Auf Fig. 116, wo die Endganglien der Sehnerven so gut zu sehen sind, erblicken Sie auch tief zwischen die Vierhügel und den Thalamus eingebettet das Corpus geniculatum mediale. Das ist die Endstätte für die Hörbahnen aus dem Corpus trapezoides, s. Fig. 89. Auch sie gewinnt Anschluß an das Neencephalon. Sie sendet Züge hinaus in den Schläfenlappen und empfängt welche daher. Vernichtung dieser Bahnen erzeugt die Unfähigkeit Gehörtes zu verstehen. Taub sind die Tiere, welche sie nicht besitzen, nicht, aber Fische, Frösche und Eidechsen scheinen uns oft völlig taub zu sein, weil selbst die lautesten Geräusche und Töne von ihnen mit keinem Zucken beantwortet werden. Man kann vor einer Eidechse, welche auf das Rascheln eines Käfers hinhört, schreien, pfeifen usw., ohne daß sie sich rührt, weil sie diese Geräusche nicht versteht, mit nichts assoziiert.

M. H. Wir sind nun aufwärts, vom Rückenmark hirnwärts gehend in die Gegend gekommen, wo das Zwischenhirn und Vorderhirn auftreten. Alle Hirnnerven und fast alle ihre zentralen Bahnen haben wir zu Ende verfolgen können. Jetzt gelangen wir, indem wir uns zu den Gegenden wenden, welche frontal vom Eintritt der Hirnschenkel in das Gehirn gelegen sind, in ein recht kompliziertes Gebiet.

Ich muß Sie, will ich einigermaßen verständlich machen, was hier vorgeht, bitten, jetzt noch einmal die Fig. 38 und die Fig. 41 zu betrachten. Dann demonstriere ich Ihnen einen Sagittalschnitt durch das ganze Palaeencephalon, Fig. 125 und an diesem letzteren wollen wir uns zunächst einmal oberflächlich orientieren. Wir sehen, wie der Aquaedukt sich zum 3. Ventrikel erweitert, dessen Wände von der großen Gangliengruppe des Thalamus opticus gebildet werden, und wie in diesen Thalamus eine mächtige Großhirnfaserung von allen Seiten her einstrahlt. Wir werden deshalb auf allen Schnitten, die ich Ihnen noch vorzulegen habe, von jetzt an neben den palaeencephalen

Abschnitten mächtige Anteile des Großhirns und mächtige neencephale Einstrahlungen aus diesem erkennen. Aber nicht nur das, das Corpus striatum, der vorderste Abschnitt des Palaeencephalon sendet seine großen Fasern rückwärts in das Zwischenhirn, in die Ganglien des Thalamus, wie die Fig. 131 unten rechts bei „Ansa“ zeigt. Dieser Faserung werden wir in den folgenden Schnitten natürlich auch begegnen.

Orientieren wir uns zunächst über einige auf dem Sagittalschnitt sichtbare Gebilde. Frontal von der Commissura anterior liegt die Zirbel, das

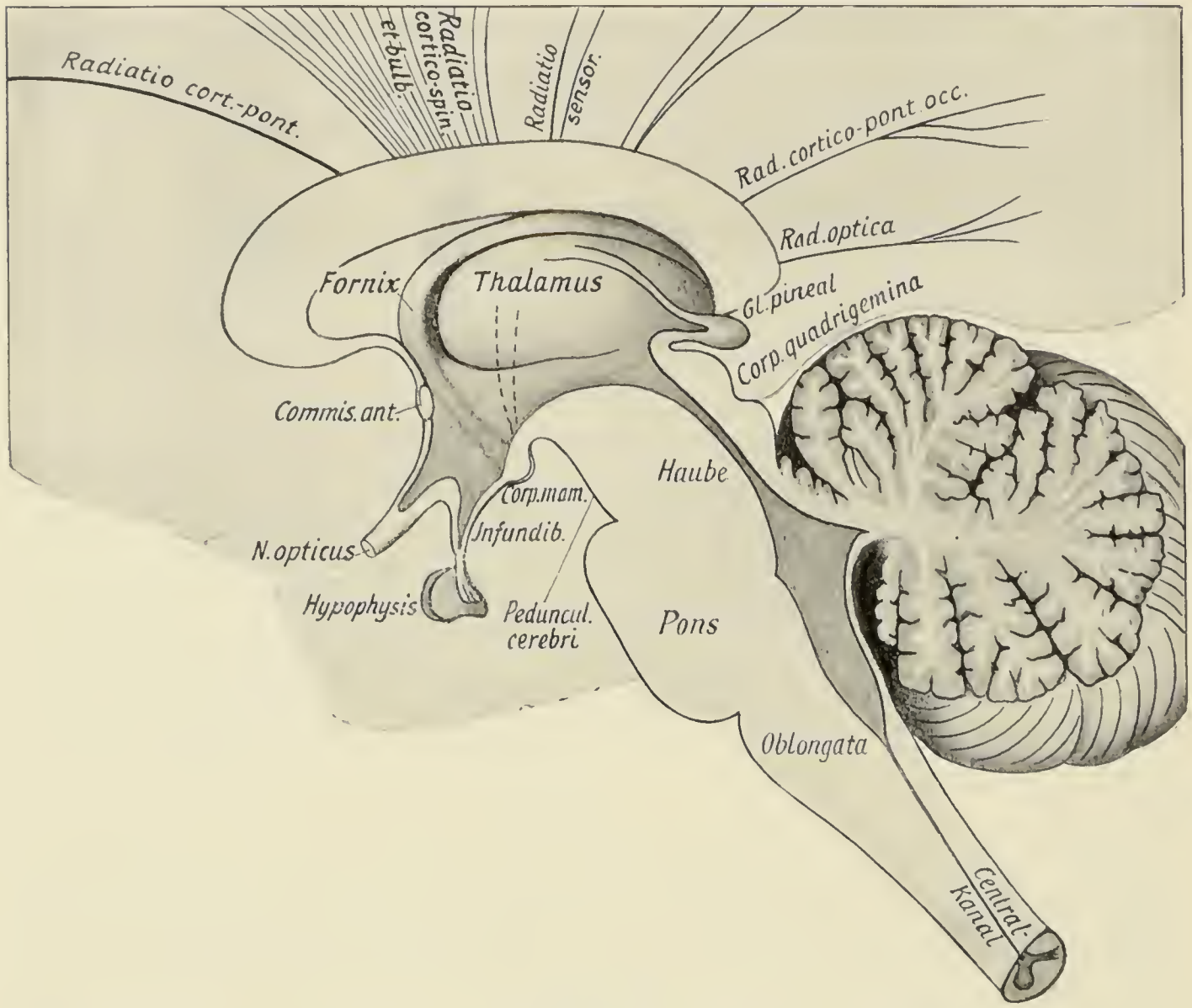


Fig. 125.
Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn und die hinter ihm liegenden Gebilde, genau in der Mittellinie Die Verlaufsrichtung einer Anzahl von Fasern aus dem Neencephalon angedeutet.

Organum pineale. Entstanden als Ausstülpung des Zwischenhirndaches bietet sie jetzt im reifen Zustand das Bild zahlloser drüsenartiger Knäuel, zwischen denen Bindegewebe und Neuroglia in besonderer Masse entwickelt sind. Dazwischen liegen noch Zellen mit Pigment, und immer solche, die glasige kuglige Gebilde enthalten, wie man sie auch im secernierenden Epithel findet. Auch Nervenfädchen, ja bei einzelnen Säugern quer gestreifte Muskelfasern, sind schon in der Epiphyse gefunden worden.

Von der Funktion dieses eigenartigen Körpers wissen wir nur, daß er irgend etwas mit dem Körperwachstum und dem Fettansatz zu tun haben muß.

Die Epiphyse hat schon zweimal in der Geschichte der Hirnanatomie eine große Rolle gespielt. Vor mehr als 200 Jahren hat Descartes in ihr das wichtigste Organ des ganzen Gehirnes gesehen. Er meinte: Die Spiritus, welche das Blut enthält, werden durch die Gefäße dem unpaaren Zentrum des Gehirnes, der Zirbel, zugeführt. Da sammeln sie sich, um ständig während des Wachens, weniger während des Schlafes auszuströmen. Sie treffen an den Ventrikelwänden auf zahllose Poren der Hirnwand, die sie aufblasen. Diese Poren können sich auf Reize von außen her, etwa durch den Sehnerven vom Auge aus, verengern und erweitern. Indem sie so den emanierenden Spiritus verschiedene Widerstände entgegensetzen, bewegen sie die locker aufgehängte Zirbel und erregen via Gehirn die Muskulatur wieder. Hülfshypothesen mannigfacher Art erklärten daneben Gedächtnis, Überlegung usw. Man glaubte damals, daß das ganze Gehirn von Muskeln in der Dura rhythmisch komprimiert werde, so daß es den luftartigen Inhalt seiner Ventrikel überall hin verbreite. Die richtige Beobachtung der Hirnpulsation auf die vorgefaßte Meinung von den spiritus animales in den Ventrikeln angewendet, hatte zu diesem Monstrum von Deutung geführt.

Ein zweites Mal hat die Epiphyse eine besondere Wichtigkeit erlangt, als man anfangs der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts entdeckte, daß die Epiphyse der Eidechsen mitten zwischen den Scheitelbeinen mit einem ganz gut ausgebildeten unpaaren Auge endete. Nun glaubte man, daß unsere Epiphyse nur der Rest eines solchen dritten Auges sei, bis nachgewiesen wurde, daß die Eidechsen außer dem dritten Auge, und kaudal von ihm, noch eine wirkliche Epiphyse besitzen.

Der Boden des Zwischenhirnes stülpt sich zum dünnen Blindsack des Infundibulum aus. An diesen legt sich die Hypophysis an, die aus dem Rachenepithel hier herauf gewandert ist. Auf dem Wege durch die Schädelbasis läßt sie oft Einzelteile liegen — Hypophysis pharyngea.

Die gebräuchliche anatomische Nomenklatur faßt die ganz verschiedenen Teile des basalen Hirnanhanges als Hypophysis zusammen, ein Namen, der eigentlich nur dem epithelialen Anteil zukommen sollte. Deshalb unterscheidet sie mehrere Lappen; den infundibularen Hirnfortsatz nennt sie hinteren, den drüsigen Abschnitt aus dem Pharynxepithel den vorderen Lappen; zu diesen käme dann noch ein dritter Abschnitt zwischen beiden, mit weiten Epithelschläuchen.

Der Bau des Lobus cerebralis oder posterior ist im wesentlichen der eines atrophierenden gliareichen Hirnteiles. Der Hohlraum des Trichters reicht als offenstehender Raum, bei verschiedenen Arten und beim Mensch auch bei verschiedenen Individuen verschieden weit ventralwärts, seine Glia geht weithin in den Vorderlappen hinein.

Der intermediäre Teil besteht aus Schläuchen einschichtigen Zylinderepithels. In seinem Hohlraum scheint er etwas andersartiges abzusondern als der auch ganz anders gebaute Vorderlappen. Der Vorderlappen ist aus hohlraumlosen Epithelschläuchen gebildet. Sie bestehen aus zweierlei Zellen, kleineren, hellen und größeren körnigtrüben. Das Sekret wird in enge Hohlräume entleert, die jede der Zellen von außen her umfassen wie etwa, wenn ein Trog um sie ge-

stülpt wäre, dessen offene Seite der gegenüberliegenden Epithelreihe zugewandt wäre. S. das Schema Fig. 126 links. Diese Hohlräume sind untereinander alle verbunden und die Verbindungen liegen in den Wänden der via Hirnteil eingedrungenen Blutgefäße. Es hat also ein Hypophysengang immer medial die absondernde Zelle und lateral das Blutgefäß. Auf Fig. 126 sind die mit Tusche injizierten Drüsengänge zu sehen. Die einzelnen feinen Kanälchen münden entweder direkt, oder nachdem sie an dem Intermediärstück Zysternen gebildet haben, in die weiten perivaskulären Räume der Trichtergefäße. In ihnen fließt das Sekret in die Gliaspalten der Hirnmasse ein. Den Ventrikel erreicht es nicht.

Der Vorderlappen hat wichtige Beziehungen zu den Keimdrüsen. In der Schwangerschaft nimmt die Drüse um das doppelte zu, vielleicht weil

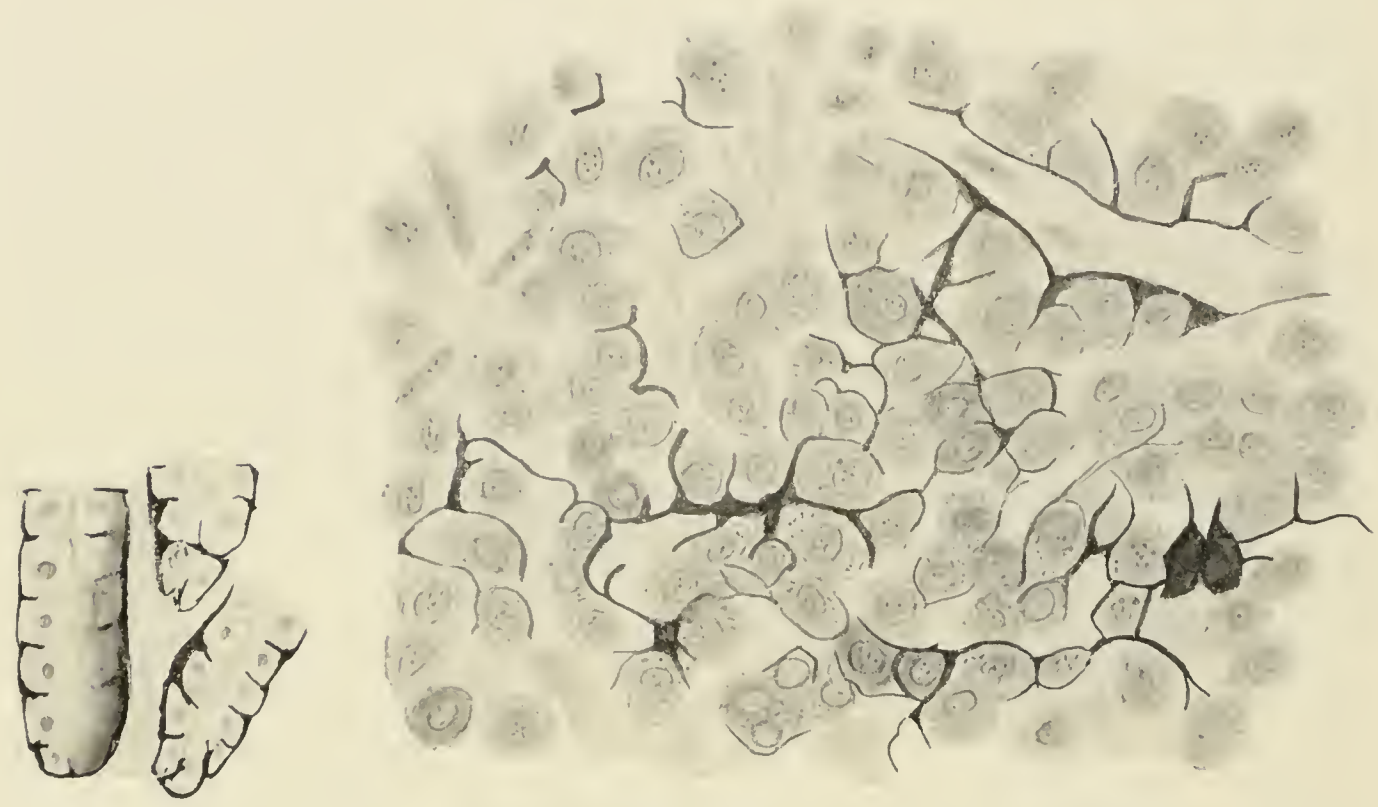


Fig. 126.
Rechts Schnitt durch einen Teil des Drüsenlappens, dessen Sekretionskanäle mit Tusche injiziert sind. Links Schema des Aufbaues.

ihr Sekret für das Wachstum des Embryos notwendig ist. Aber am Körper der Mutter entstehen gleichzeitig leichte Veränderungen im Sinne der Akromegalie. Wahrscheinlich treten diese Veränderungen dadurch auf, daß während der Schwangerschaft die Tätigkeit des Ovariums ausgeschaltet ist, denn auch nach Kastration (Kapaunen und Ochsen) nimmt die Hypophysis zu. Ja, man hat sogar mit der Röntgenuntersuchung bei menschlichen Kastraten Vergrößerung der Sella turcica nachweisen können. Der Verlust der Keimdrüsen oder ihre Aplasie führt zu einer Hypophysenhypertrophie und diese wieder zu einem direkt an das akromegalische erinnernden Knochenwachstum. Merkwürdig ist, daß gleichzeitig mit der Hypophyse sehr oft auch die Thyreoidea zunimmt, und es sind Fälle bekannt, wo die Akromegalie sich mit der Basedowkrankheit vergesellschaftet hat. Ebenso ist sichergestellt, daß mit der Hypertrophie der Hypophysis sich die Nebennieren ganz enorm vergrößern. Man sah ihre Rinde auch schon nach Injektionen von Hypophysenextrakt zunehmen.

Wenn man nun annehmen wollte, daß die Hypophysis ausschließlich für die Wachstumsausbildung da wäre, so stände dem allerdings entgegen, daß sie bis zum 30. Lebensjahr fortwährend wächst und erst vom 50. an sich langsam zurückbildet. Die klinische und pathologisch-anatomische Beobachtung zeigt, daß von der Hypophyse die Entwicklung der Knochen, aber auch gewisser Geschlechtscharaktere in ganz bestimmter Weise abhängig ist. Der Untergang der Hypophyse führt zu einer Dystrophia adiposo-genitalis, ihre Hypertrophie zu Akromegalie.

Dicht vor dem Eintritt der Hirnschenkel liegt, hinter dem Tuber cinereum, jederseits ein kleines rundliches Ganglion, das Corpus mammillare. Hier enden Faserzüge aus den Hinterstrangkernen und vor allem ein mächtiger Faserzug aus dem Nucleus anterior thalami, der Tractus thalamo mamillaris, und schließlich endet hier der größte Teil der aus dem Ammonshorn kommenden Fornixfaserung. Auf Fig. 125 sehen Sie die Züge der Fornixschenkel abwärts zur Gegend der Mammillare in das praethalamische Grau eintauchen.

In der Gegend des Corpus mammillare kommen also eine Menge Faserzüge zusammen, und da wir einigen schon in früheren Schnitten begegnet sind, andere in späteren treffen werden, so halte ich es für zweckmäßig, wenn ich an dieser Stelle für einen Moment den Fortschritt der Darstellung abbreche und Ihnen gewissermaßen zur Rekapitulation einen Sagittalschnitt durch ein Kaninchenhirn vorlege, an welchem die hauptsächlichsten Verhältnisse bequem zu sehen sind:

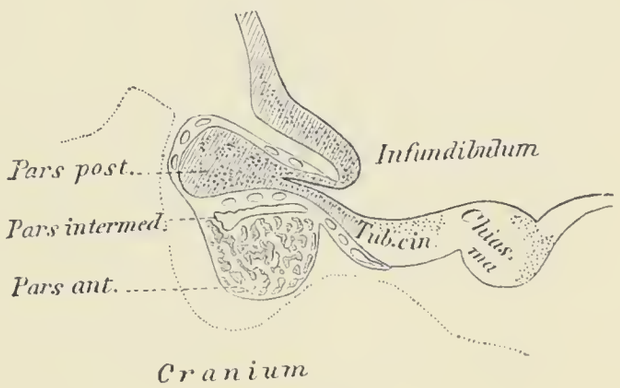


Fig. 127.
Sagittalschnitt durch den Hirnboden und die Hypophysis vom viermonatlichen menschlichen Embryo. Kombiniert aus drei aufeinander folgenden Schnitten.

In Fig. 128 sehen Sie die Fornixschenkel und die aus dem Thalamus kommende, hier mit dem vielgebrauchten Namen Fasc. Viq d' Azyr bezeichnete Faserung in das Corpus mammillare münden Sie sehen aber auch, wie aus dem Ganglion habenulae zum Ganglion interpedunculare, fast parallel mit jener, der Fasciculus retroflexus läuft. Sie sehen das dorsale Längsbündel und die Ursprungsfasern der Okulomotorius. Bequem ist hier auch zu sehen, wie die Vierhügelplatte frontal in die Commissura anterior und diese in die Epiphyse übergeht. Zwischen beiden liegt noch eine kleine Kommissur, die Commissura habenularis, welche, in der gesamten Tierreihe vorkommend, die Ganglia habenulae verbindet. Wollen Sie auf dieser Figur auch beobachten, wie in dem Ganglion habenulae die Taenia thalami mündet, die aus dem Hirnboden frontal vom Optikus entspringt. Wir müssen später auf sie noch einmal zurückkommen. Frontal vom Thalamus liegt die Commissura anterior und weiterhin basal der Riechlappen mit dem Nucleus caudatus. Über dem Ganzen erhebt sich das Neencephalon, das Großhirn, dessen Querverbindung, das Corpus callosum, durchschnitten ist. Der Ursprung der Fornixsäule aus dem Ammonshorn ist sichtbar.

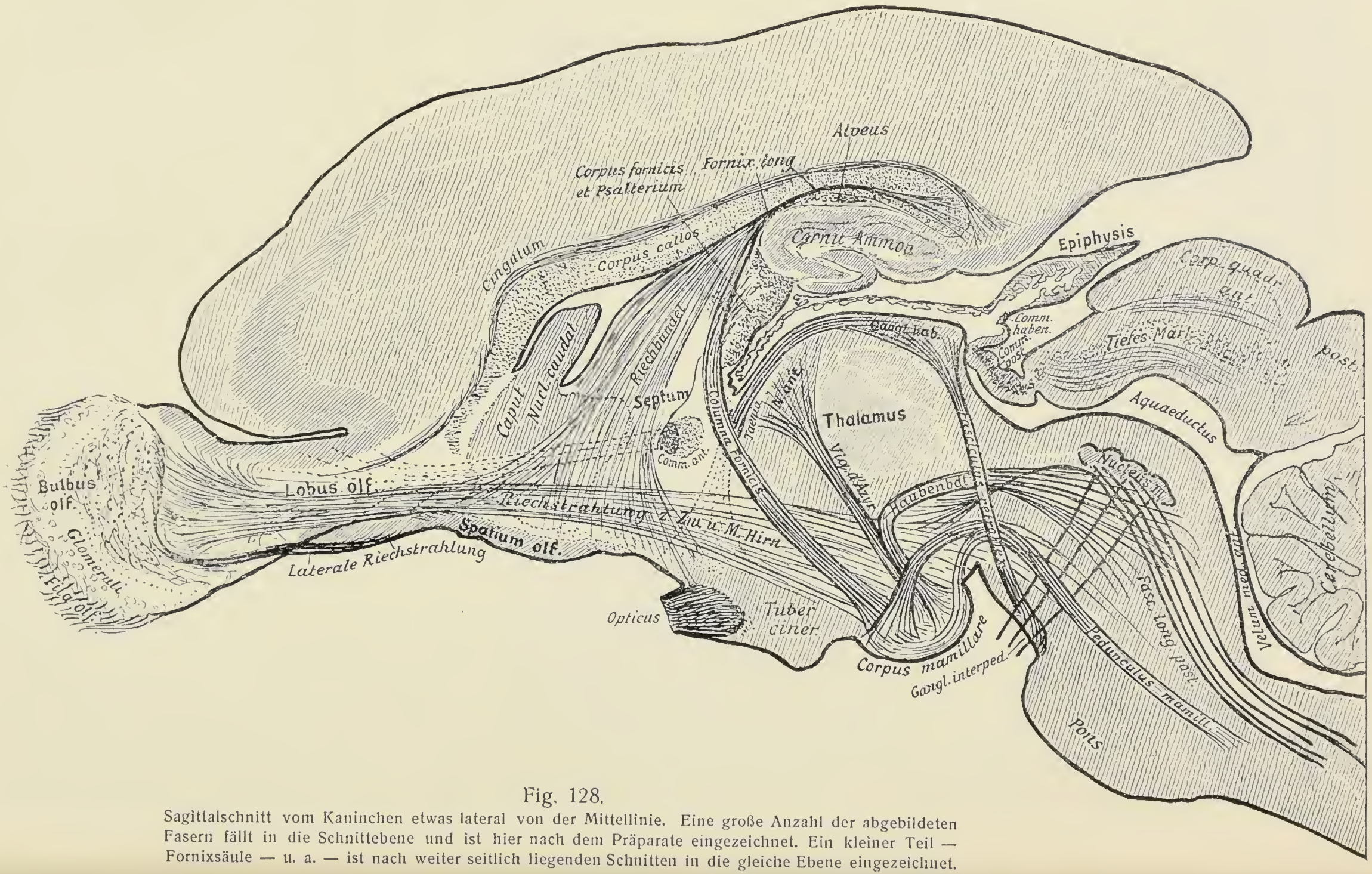


Fig. 128.

Sagittalschnitt vom Kaninchen etwas lateral von der Mittellinie. Eine große Anzahl der abgebildeten Fasern fällt in die Schnittebene und ist hier nach dem Präparate eingezeichnet. Ein kleiner Teil — Fornixsäule — u. a. — ist nach weiter seitlich liegenden Schnitten in die gleiche Ebene eingezeichnet.

Sie sind jetzt so weit orientiert, daß ich Ihnen wieder einmal einen Frontalschnitt vorlegen kann. Ich habe diesen dicht vor der Epiphyse angelegt und ventral geht er gerade durch die Stelle, wo der Hirnschenkelfuß in die Masse des Großhirns eintaucht. Die Einrollungen des Ammonshorns liegen hier auf ihm, wie das sich nach einem Blick auf Fig. 41 von selbst versteht.

Da der Schnitt in seinem oberen Abschnitt schon durch den Thalamus geht, so ist er deutlich vom Balken des Großhirns überzogen. Wir können noch einige Gebilde wiedererkennen, die uns im letzten Schnitt durch die Vierhügel schon begegnet sind: Ventral der Hirnschenkelfuß, über ihm die Substantia nigra und über dieser die Schleife zum Thalamus. Medial liegen noch die runden Haubenkerne und die Kerne der Commissura posterior; der Aqaedukt aber hat

Fig. 129.
Mensch. Schnitt durch den kaudalen Thalamus und die Regio subthalamica.

sich bedeutend erweitert. Er öffnet sich eben breit in den 3. Ventrikel. Zu beiden Seiten liegen jetzt die mächtigen Thalamusganglien.

Diese Gegend heißt gewöhnlich Regio subthalamica. Zwischen Vierhügel und Hauptmasse des Thalamus liegend, zeigt sie eine Anzahl zerstreuter Kernmassen, von denen ich Ihnen nur eine, das Corpus subthalamicum oder Luysschen Körper erwähnen will. Suchen Sie sich dasselbe auf der Fig. 129, so sehen Sie, daß dorsal und ventral von ihm eine starke Einstrahlung markhaltiger Fasern liegt, das sind die kaudalsten Züge der aus dem Corpus stratium stammenden Faserung, die Tractus strio-thalamici, zu den Ganglien des Thalamus und Hypothalamus. Die Schleife legt sich nun als breite Schicht, vereint mit den aus dem Trigeminus kommenden sekundären Fasern, um den ventralsten und lateralsten Thalamuskern herum. Diese Schicht heißt Lamina medullaris externa thalami. Sie

tritt hier in den Nucleus ventralis thalami. Es endet also jetzt die ganze sekundäre sensible Faserung gekreuzt in den ventralen Thalamusabschnitten. Wird sie kaudal irgendwo unterbrochen, so entartet sie nicht weiter frontal. Aber aus dem ventralen Thalamuskern gelangen wieder mächtige Züge in die Rinde, die Haubenstrahlung. Durch sie können die Gefühlseindrücke dem Apparate des Großhirnes zugeleitet werden. Die Gefühlsbahn erreicht hier ihren Anschluß an das Neencephalon.

Der ventrale Thalamuskern bildet keineswegs die Hauptmasse des Thalamus. Ihm gesellen sich noch ein lateraler Kern, dann das Pulvinar und der frontale Kern, die Sie bereits kennen, zu. Auch ein medialer Kern existiert. Ganz medial liegt das Ganglion habenulae Fig. 131.

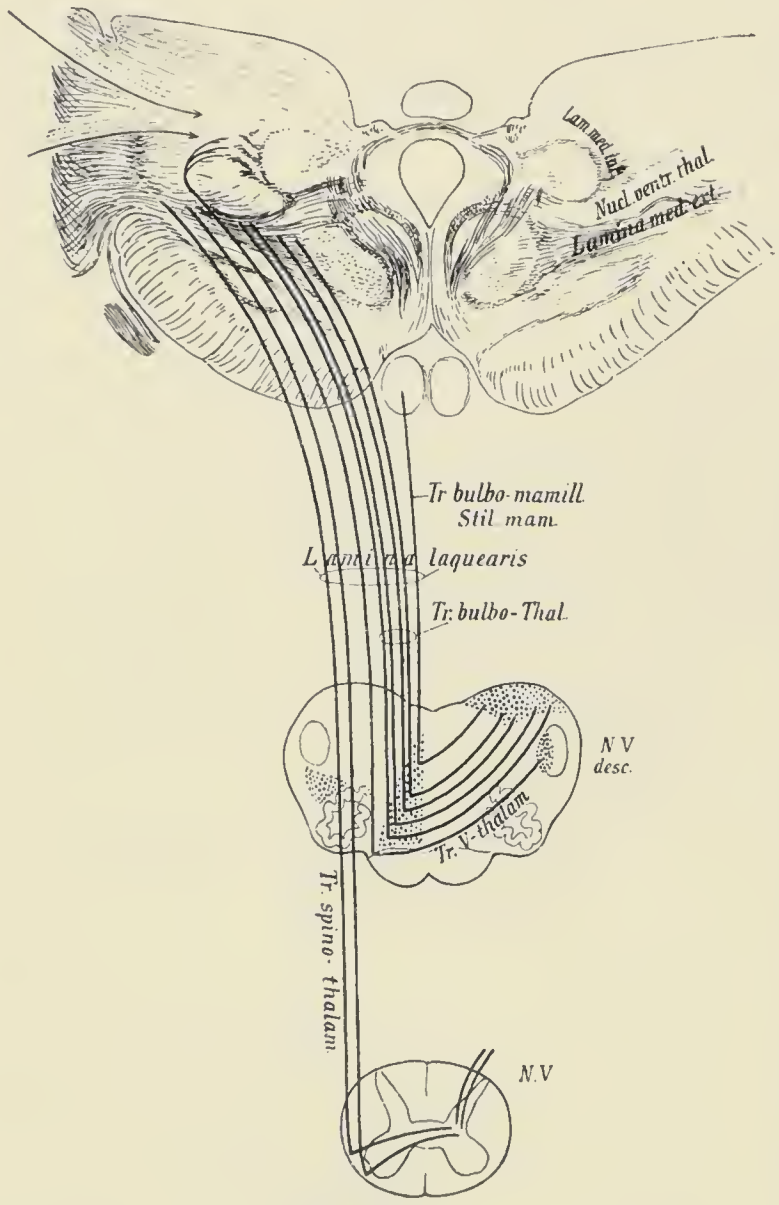


Fig. 130.
Schema der Einstrahlung in den Thalamus.

Noch kennen wir nicht die Faserbeziehungen all der verschiedenen Ganglien, welche den mächtigen Thalamus opticus durchsetzen, genau. Nur eins wissen wir. Von den allermeisten Teilen der Großhirnrinde treten Bahnen hier ein und ebenso entsendet der Thalamus solche. Am besten stellen Sie sich einen Augenblick die Gruppe der Thalamusganglien frei schwebend unter der gewellten Halbkugel der Hirnrinde vor.

In diese strahlen als Stabkranz des Thalamus die Tractus cortico-thalamici et thalamo-corticales ein. Einzelne derselben sind zu besonderen Bündeln gesammelt — Stiele des Thalamus. Durch diese Einstrahlung ist der Thalamus so eng mit dem Vorderhirn verbunden, daß auf allen Schnitten, welche ich von heute an zu zeigen habe, immer lateral von ihm die früher schon erwähnte Markfaserschicht der Capsula interna zu sehen sein wird. Über sie hinweg zieht, wie sich aus Fig. 38 ohne weiteres ergibt, der Schwanz des Nucleus caudatus, und lateral von der Capsula interna werden Sie immer dem Nucleus lentiformis begegnen.

Außer mit der Rinde steht der Thalamus auch durch die Tractus striothalamici in enger Verbindung mit dem Corpus striatum. Diese Traktus müssen vielfach, um zu ihren Endstätten zu gelangen, die nahe liegende innere Kapsel durchbohren. Nur die aus dem Nucleus lentiformis stammenden Anteile haben einen bequemeren Weg. Direkt an der Hirnbasis und unter dem Optikus hinwegziehend gelangen sie als Ansa lentiformis, Linsenkernschlinge, von lateral her in den Thalamus hinein. Wenn man sich sorgfältig an der Hirnbasis den Tractus opticus abpräpariert, kann man die Faserung sehen.

Sie sehen: der Sehhügel erhält aus der Rinde und dem Striatum eine mächtige Faserung und entsendet in die

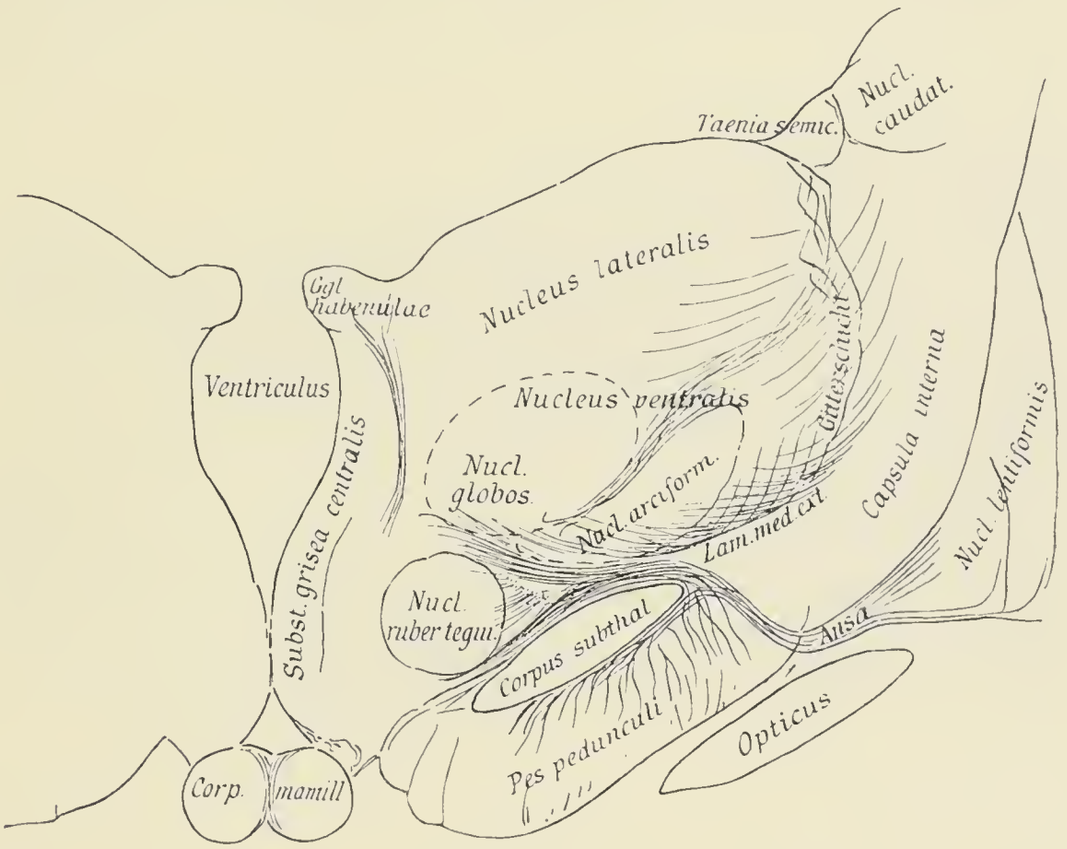


Fig. 131.
Schema eines Thalamusfrontalschnittes zur Orientierung über die Kerne.
Nucl. globosus und Nucl. arciformis gehören zum ventralen Kerne.

Rinde eine ebensolche. Kaudalwärts entsendet er nur wenige Züge. Solche zum roten Haubenkern, solche zum Rückenmark (und der Oblongata), die noch keineswegs allseitig anerkannt sind. Er nimmt kaudal die gesamte sekundäre sensible Faserung aus dem Rückenmarke und Oblongata auf.

Die Innenseite des Thalamus ist mit dem zentralen Höhlengrau des dritten Ventrikels bedeckt. Dieses besteht aus einem zellreichen und von sehr vielen feinen, markhaltigen Nervenfasern in allen Richtungen durchzogenen Gewebe. An der medialen Fläche des Thalamus verklebt es auf eine ca. $^3/_4$ cm lange Strecke mit dem der

gegenüberliegenden Seite zur Massa intermedia (Commissura mollis). Die Anatomie hat früher diesen beim Menschen nur gering entwickelten Thalamusabschnitt recht vernachlässigt. Seit man aber erkannt hat, daß er, schon bei Repitilien auftretend, bei den niederen Säugern einen recht komplizierten Aufbau erlangt, hat man sich mehr mit ihm beschäftigt.

Da das System des zentralen Graues überall in der Oblongata mit den Hirnnervenkernen in inniger Verbindung steht und sich bis in das Rückenmark hinab verfolgen läßt und da Reizungen in der Gegend des Tuber die Pupillenweite beeinflussen, Störungen im Thalamus medial auch Temperaturschwankungen auslösen, Störungen am Boden des Ventrikels Vasomotorenlähmung erzeugen können, so ist es nicht

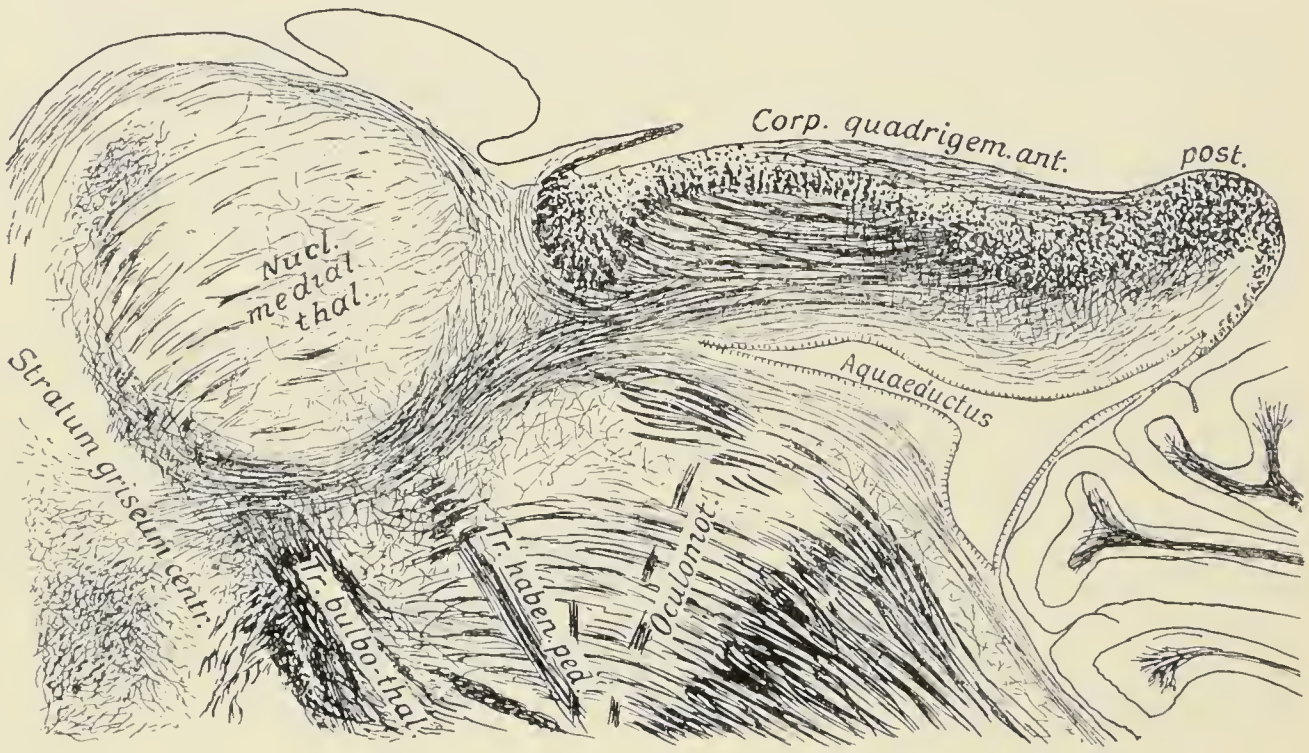


Fig. 132.
Mensch. Sagittalschnitt durch den Thalamus und die Vierhügelgegend zur Demonstration des Systemes des zentralen Grau.

unwahrscheinlich, daß alle diese Kerne und Fasern ein Zentralapparat des Sympathikus sind.

Am dorsalen Thalamusrande, dicht vor der Commissura posterior, liegt das Ganglion habenulae Fig. 38, Fig. 131.

Das Ganglion habenulae, das wir bereits bei den Neunaugen kennen und bei keinem Tiere vermissen, ist vielleicht der einzige Hirnteil, der während der ganzen Phylogenese in Zusammensetzung und Verbindungen keinerlei Veränderungen erfahren hat. Immer und überall besteht es aus einem lateraleren und einem medialeren Körper, die dicht verwachsen sind, immer und überall mündet in beide die Taenia aus dem Lobus olfactorius und besonders aus dem Lobus parolfactorius und immer entläßt die Gangliengruppe kaudalwärts den Tractus habenulo-peduncularis zum Ganglion interpedunculare.

Der Ursprung der Taenia aus dem „Riechfelde“ des Gehirnes, der bei niederen Vertebraten noch viel deutlicher als beim Menschen ist, legte die Vermutung nahe, daß es sich bei diesem Faserzug um irgendeinen Anteil des zentralen Riechapparates handele. Dem widerspricht aber, daß das Bündel nicht nur bei den Walen, wo der Riechapparat fast fehlt, vorhanden ist, sondern daß es gerade bei den Vögeln, wo der Apparat kaum ausgebildet ist, auch recht stark ist. Neuer Untersuchungen ergaben aber etwas Sicheres. Das Ganglion ist ein zu dem Oralsinne gehöriger Apparat, dem später näher zu besprechenden Sinnesgebiete, das im wesentlichen die Schnauze und Zunge, den Rüssel und den Schnabel innerviert.

Das Ganglion habenulae ist in die Bahn des Oralsinnes eingeschaltet. Da wir alle seine Verbindungen kennen, so sind wir

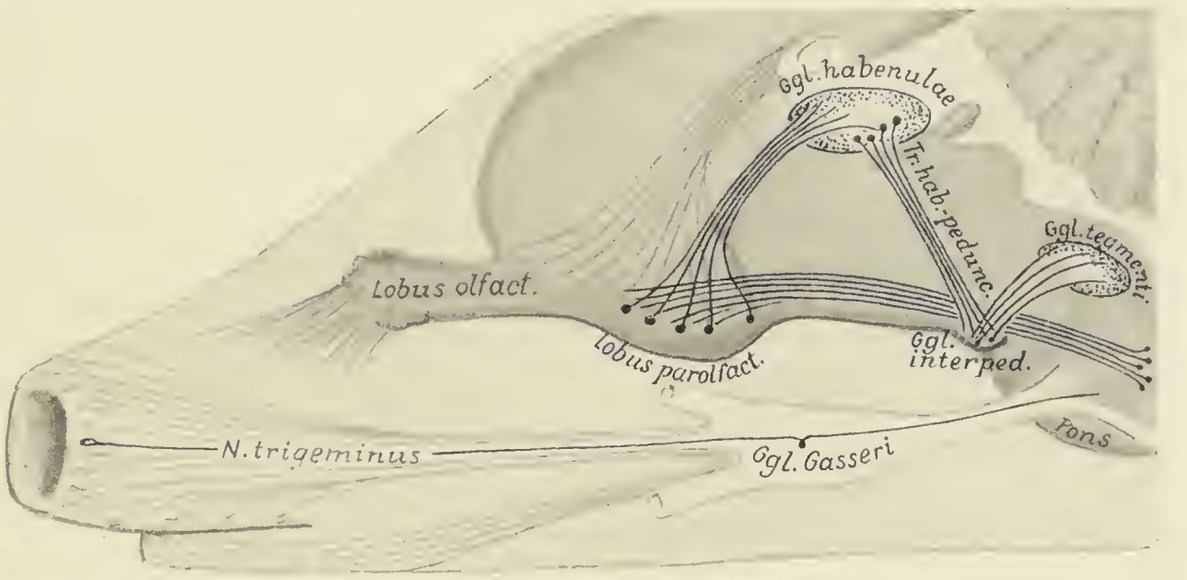


Fig. 133.
Schema der Verbindungen des Ganglion habenulae. Das Gehirn in einen Säugerkopf eingezeichnet.

hier einmal in der Lage, für eine bestimmte Funktion ohne jegliche Interpolation oder Hypothese den gesamten Apparat festzustellen: Aus der Gegend der Trigeminusendkerne stammt eine Bahn, die im Lobus parolfactorius endet. Aus diesem zieht der Tractus parolfactohabenularis taeniae zum Ganglion habenulae und von diesem hinweg gelangt der Tractus habenulo-peduncularis in das Ganglion interpedunculare. Dieses seinerseits entläßt dann Fasern, welche in den dorsalen Haubenganglien der frontalen Brückengegend ihr Ende finden. Weiteres soll bei Besprechung des Lobus parolfactorius mitgeteilt werden.

Der Thalamus ist selbst bei niederen Säugern ein mächtiger Hirnteil. Die Menge der einstrahlenden Faserung und die der von ihm ausgehenden kommt gar nicht in Betracht gegenüber der Gesamtmasse. Es muß deshalb dem Eigenapparat, den Zellen und den Verbindungen innerhalb des Thalamus eine wichtige Rolle zukommen. Unsere Beobachtungskunst hat aber bisher nicht ausgereicht, diesen Teil der

Thalamusanatomie irgendwie klar zu ermitteln. Auch von der Funktion wissen wir nur wenig.

Weder die Reizversuche noch die erst neuerdings geglückten isolierten Zerstörungsversuche des Thalamus haben bisher Symptome bei Tieren ergeben, die gerade nur vom Thalamus ausgehen müßten. Alles könnte ebensogut durch die hierher mündende oder hier vorbeiziehende Faserung bedingt werden.

Am ersten kommt man noch der Stellung des Thalamus im System näher, wenn man nicht den Eigenapparat, sondern die Faserbeziehungen berücksichtigt.

Nur von drei Anteilen dieser Faserung kennen wir die funktionelle Bedeutung, von den Fasern aus und zu dem Occipitallappen, von dem Zuge aus der Parietalrinde zu dem ventralen Kern und von den Fasern zu dem roten Haubenkern. Die ersteren verbinden offenbar die Endstätten des Optikus mit dem mächtigen Assoziationsapparate des Großhirnes. Diese Sehstrahlung ist vielfach klinisch und experimentell studiert, sie gehört zu den bestgekannten Apparaten des Gehirnes. Wir wissen, daß ihre Unterbrechung, ganz wie die des Tractus opticus selbst, zu einer Art Hemianopsie führt. Noch aber kennen wir nicht genau die Unterschiede in den Symptomen, welche eintreten, wenn der primäre oder wenn der sekundäre optische Leitungsweg gestört ist. Einiges ist allerdings ermittelt. Die Sehstrahlung ermöglicht Erkennen auf assoziativem Wege. Sie führt nicht nur zu den kortikalen Sehzentren, sondern stellt, weil diese mit dem ganzen übrigen Gehirn verbunden sind, die Beziehung des Sehens zum geistigen Gesamtapparat her. Dieses assoziative Sehen spielt allerdings bei den Säugern noch eine geringe Rolle. Alle — ausgenommen vielleicht die Affen — bedienen sich noch so weit des Primärapparates, daß der Ausfall seiner Rindenverbindung, den man ja experimentell erzeugen kann, nur vorübergehend ernste Sehstörungen macht. Man kann weder einen Hund noch ein Kaninchen durch Abtragen der Occipitallappen blind machen. Immerhin lassen sich, wenigstens für den Ersteren dann dauernde Sehstörungen, besonders seelischer Art feststellen. Verliert aber ein Mensch den Endpunkt der zentralen Sehstrahlung, so wird er dauernd blind. Der neugeborene Mensch sieht ja auch, trotzdem ihm die Sehstrahlung noch fehlt; aber in dem Maße, wie diese sich entwickelt, wird sie für ihn immer wichtiger. Wahrscheinlich bedient er sich mehr und mehr des Sehens mit beobachtendem Bewußtsein. Dies wird dann so wichtig, daß er es allein benutzt. Wenigstens war der Patient mit totaler Zerstörung der Hinterhautlappen, welchen ich sah, ganz blind. Ich halte es aber für möglich, daß feinere Beobachtung oder längere Einübung gelegentlich bei einem solchen Unglücklichen lehrt, daß die primären Zentren, wie bei den Tieren, wieder gebraucht werden. Durch die Sehstrahlung steht aber der Endapparat des Optikus nicht nur mit der Occipitalrinde in Verbindung. Sie vermittelt vielmehr dessen Beziehungen zu dem gesamten mächtigen Rindenapparate, den Sie später kennen lernen werden. Die mannigfachsten seelischen Ausfallerscheinungen können deshalb durch Verlust der Sehstrahlung bedingt werden. Ich erinnere nur an das Erkennen von Gegenständen, von Farbe, von Schrift, an den Gebrauch der Werkzeuge — im weitesten Sinne an die Beziehungen zur Außenwelt überhaupt und ihre Verwertung bei allen seelischen Prozessen.

Es ist überaus wahrscheinlich, daß dem Faserzuge, welcher, aus den motorischen Rindenzentren stammend, in die Gegend des roten Haubenkernes einstrahlt, deshalb ein besonderer Einfluß auf die Bewegungssphäre zukommt, weil aus diesem Kerne der Tractus rubro-spinalis zu den motorischen

Kernen des Rückenmarkes, wohl auch der Oblongata, stammt. Hier sind aber sicher die Ausfallerscheinungen nicht so beträchtlich, weil, beim Menschen wenigstens, ein eigener kräftiger Faserzug, der Tractus cortico-spinalis, zu den gleichen Zentren herabzieht.

Schließlich wissen wir sicher, daß Zerstörung der im ventralen Thalamuskern endenden Faserung aus der Großhirnrinde und zu ihr oft gekreuzte Anästhesie erzeugt. Das wird dadurch erklärt, daß ebenda, wo sie endet, auch die sekundäre Gefühlsbahn ihr Ende findet.

Diese drei Beispiele lassen vermuten, daß im Thalamus ein mächtiger Apparat gegeben ist, welcher Eindrücke aus der Peripherie durch irgendwelche Umschaltung, vielleicht mit mannigfachen Assoziationen usw., dem Großhirn übermittelt und welcher Prozesse, die im Großhirn vorgehen, den tieferen Zentren zu übermiteln vermag.

Da einerseits mindestens für den motorischen Apparat auch direkte Großhirnbahnen existieren und da andererseits, worauf gar nicht intensiv genug hingewiesen werden kann, der Eigenapparat der niederen Zentren sehr komplizierte Verrichtungen selbständig auszuführen vermag, so wird es Ihnen klar sein, warum die Ausfallerscheinungen bei Thalamusherden — für unsere heutige Beobachtungskunst wenigstens — recht geringe sind.

Es ist wahrscheinlich, daß in dem zentralen Höhlengrau, einer Ganglienmasse, welche den mittleren Ventrikel und seine Fortsetzung bis in die Oblongata auskleidet, ein Apparat für die Vasomotoren liegt. Dafür sprechen die Ergebnisse der Versuche und manche Beobachtungen am Menschen. Immerhin gibt es, namentlich für den letzteren, noch keine genügend reinen Fälle. Stiche in den Thalamus — Kaninchen — bringen die Körpertemperatur zum Steigen.

Die Sehhügel liegen so nahe überall der inneren Kapsel auf, daß nur selten Erkrankungen zur Beobachtung kommen, welche nur sie betreffen, und auch bei solchen bleibt es oft zweifelhaft, wieviel von den eintretenden Erscheinungen darauf zu beziehen ist, daß indirekt die benachbarten Fasern der Kapsel in ihren Funktionen gestört wurden. Deshalb ist es noch nicht möglich gewesen, die Symptome sicher festzustellen, welche von einer Erkrankung der großen Sehhügelganglien erzeugt werden. Nach Meynert werden dabei die Innervationsgefühle der oberen Extremitäten gestört. Dadurch sollen Wahnideen über die Haltung dieser Glieder und aus diesen wieder Zwangsstellungen entstehen. Gelegentlich entstehen nach Thalamusherden eigentümlich athetotische Bewegungen und auch Spasmen, besonders in der gekreuzten Hand, zuweilen auch in der ganzen gekreuzten Körperhälfte. Auch gekreuzte Chorea, Hemichorea posthemiplegica, wird danach beobachtet. Andere Male kommt es zu ataktischen Bewegungen, die an diejenigen der multiplen Sklerose erinnern. Alle diese Symptome haben aber nicht absolut Charakteristisches, weil sie auch nach Läsionen anderer Hirnteile — vielleicht von absteigenden Thalamusbahnen? — beobachtet sind und vor allem, weil mehrfach einseitige und doppelseitige Thalamusherde beobachtet wurden, die gar kein auffallendes Symptom boten. Auf Thalamuserkrankungen wird auch, mit einem durch Sektionen noch nicht gesicherten Rechte, eine merkwürdige, nach Apoplexien und Tumoren manchmal zu beobachtende Störung der Mimik bezogen. Die Gesichtszüge können von diesen Patienten willkürlich bewegt werden, aber sobald es sich um die unbewußte Mimik handelt, besonders um die, welche die Sprache begleitet, dann bleiben sie vollkommen ruhig. Es herrscht eine auffallende Starre.

Daß nach Affektionen der primären, optischen Endstätten, des Pulvinar und des Geniculatum laterale Hemianopsie, totale oder partielle, eintreten und so auf eine Thalamuserkrankung hinweisen kann, das ergiebt sich aus den anatomischen Anordnungen leicht. Die meisten Autoren geben an, daß beim Menschen immer dann das zentrale Sehen erhalten bleibt, wenn das Geniculatum laterale intakt bleibt, daß dieses zentrale Sehen nicht von der Rinde aus gestört werden kann.

Wahrscheinlich ist durch Thalamuserkrankung auch Hemianästhesie — gekreuzte natürlich, möglich, weil ja hier im ventro-kaudalen Abschnitt die sekundäre Gefühlsbahn die kortikale erreicht. Heftige Schmerzen nach Läsionen der hier einstrahlenden Rindenfasern sind wiederholt berichtet. In einem Fall meiner Beobachtung war die nach einer Apoplexie in den kaudalen Thalamus und seine Einstrahlung eintretende, von Hypästhesie begleitete Schmerzempfindung in der ganzen gekreuzten Körperhälfte so furchtbar und so wenig zu lindern, daß die Patientin Selbstmord beging, um sich ihm zu entziehen. Nach solchen Herden kommt es außer zu Schmerzen — zentraler Schmerz! — die in die Peripherie lokalisiert werden, bald zu verminderter, bald zu gesteigerter Sensibilität.

Hughlings Jackson hat einen Fall von ganz isolierter Erweichung eines Thalamus beim Menschen ohne Beeinträchtigung der benachbarten Faserung gesehen. Die Symptome bestanden im wesentlichen in Beeinträchtigung des Tastgefühles, des Gehörs und des Sehens auf der gekreuzten Seite. Die Sehstörung trug natürlich hemianopischen Charakter.

Vierzehnte Vorlesung.

Das Vorderhirn: 1. Riechapparat und Striatum.

M. H.! Frontal vom Thalamus liegen die palaeencephalen Abschnitte des Vorderhirns, der Riechlappen, Lobus olfactorius, hinter ihm der Lobus parolfactorius und auf beiden das Corpus striatum. Beim Menschen sind alle diese Teile so überwuchert von dem hier mächtigen Neencephalon, daß sie ganz allgemein in den Lehrbüchern unter dem Großhirn als Teile desselben abgehandelt werden. Phylogenetisch und nach ihren Verbindungen sind sie aber von jenen durchaus verschieden.

Wir wollen aber dem bisher eingehaltenen Prinzip folgen und zunächst diese palaeencephalen Abschnitte besprechen.

Die Riechlappen studieren wir am besten bei einem Tier, wo sie stärker entwickelt sind als beim Menschen. Wie alle Teile des Palaeencephalons entwickeln sie sich nach den Anforderungen, welche die Lebensweise stellt. Deshalb finden wir alle Übergänge von den riesigen Riechlappen des im Gemulm des Waldes lebenden Gürteltiers oder Igels bis zu den mikroskopisch kleinen Organen vieler Walfische. Ich lege ihnen in Fig. 134 die Basis eines Kalbgehirns vor. Die schwarz gehaltene Fovea limbica scheidet den hell gehaltenen palaeencephalen Abschnitt vom schattierten Neencephalon. Hier sehen Sie nun vorn eine Menge feinster Fäserchen, die Nervi olfactorii, ein-

treten in die Spitze des Riechlappens; diese schwillt dadurch zu einem kugligen Gebilde, dem Bulbus olfactorius an. Die Nerven stammen alle aus den Epithelien der Riechschleimhaut und sie enden alle im Bulbus. Fig. 135.

Durch das Zusammentreten und Aufsplittern der Riechnervenenden mit den prachtvoll verzweigten Dendridenausläufern im Bulbus liegender Zellen, entstehen kuglige, als Glomeruli olfactorii bezeichnete Gebilde überall an der Oberfläche des Bulbus olfactorius. Aus dem Bulbus

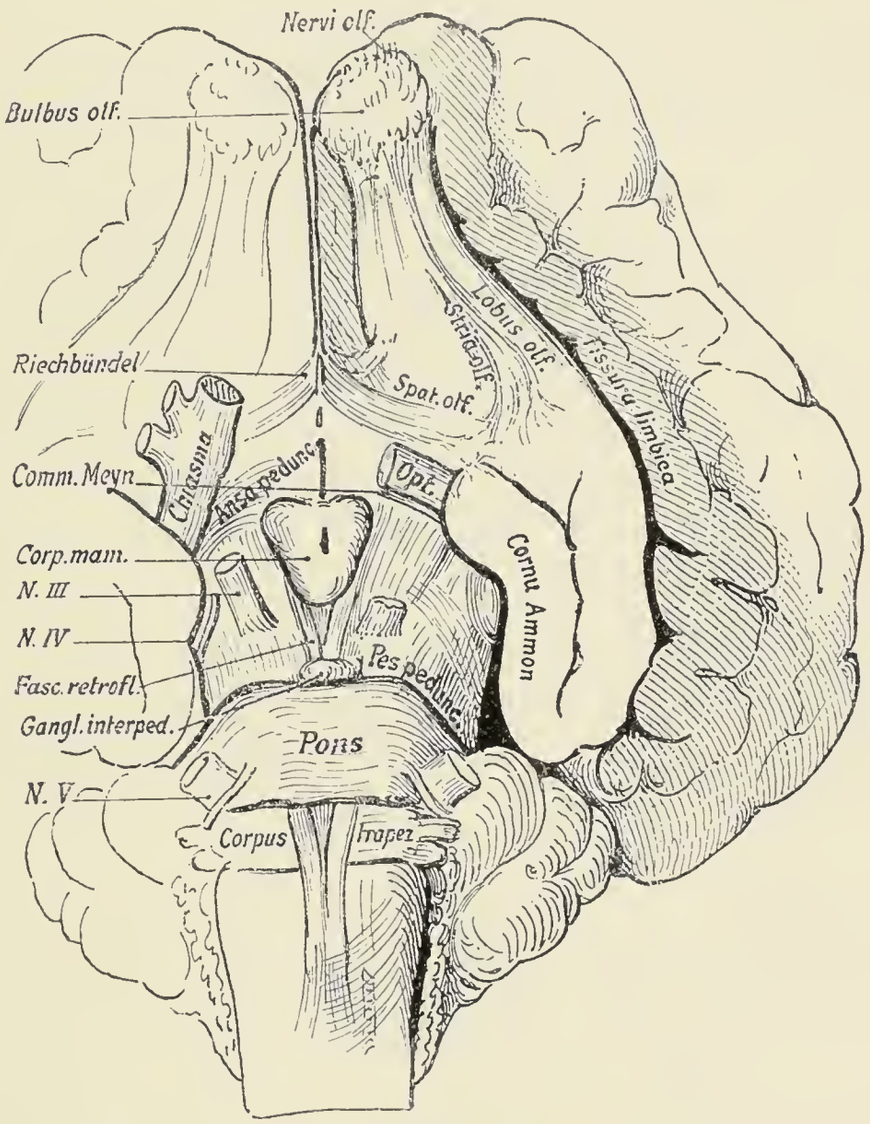


Fig. 134.
Basis des Gehirnes vom Kalbe.

entwickeln sich als sekundäre Bahn die als Tractus bulbo-olfactorii bezeichneten Faserzüge, welche in der Rinde des Lobus olfactorius endigen. Das hintere, sehr verbreiterte Ende des Lobus olfactorius gewinnt an der Stelle, wo in unsererer Figur 134 „Cornu Ammon“ steht, Anschluß an das Neencephalon.

Beim Menschen ist nun, wie ein Vergleich der Figuren 134 und 136 untereinander lehrt, der Riechlappen atrophiert. Noch dringen durch das Siebbein die Nervi olfactorii zu seiner Spitze, noch bilden sie einen kleinen Bulbus olfactorius dort, aber der Lobus selbst ist

in seinem vorderen Teil so dünn, daß er unter den weißen Zügen der Striae olfactoriae nur als ganz dünner grauer Belag durchschimmert; nur der kaudalste Abschnitt, der dicht am Ammonshorn liegt, ist auch beim Menschen noch etwas größer. Die älteren Anatomen bezeichnen die atrophischen Lobi olfactorii des Menschen als Nervus olfactorius, neuere Lehrbücher nennen sie Tractus olfactorius.

So verhält sich die primäre und sekundäre Endstätte des Riechapparates. Aus ihr wie aus den anderen Abschnitten des Palaeencephalon gelangen Bahnen in das Neencephalon. Was von diesen an der Basis sichtbar ist, finden Sie in Fig. 134 l. als Riechbündel bezeichnet; es sind Züge, welche, vom Riechlappen kommend, in die

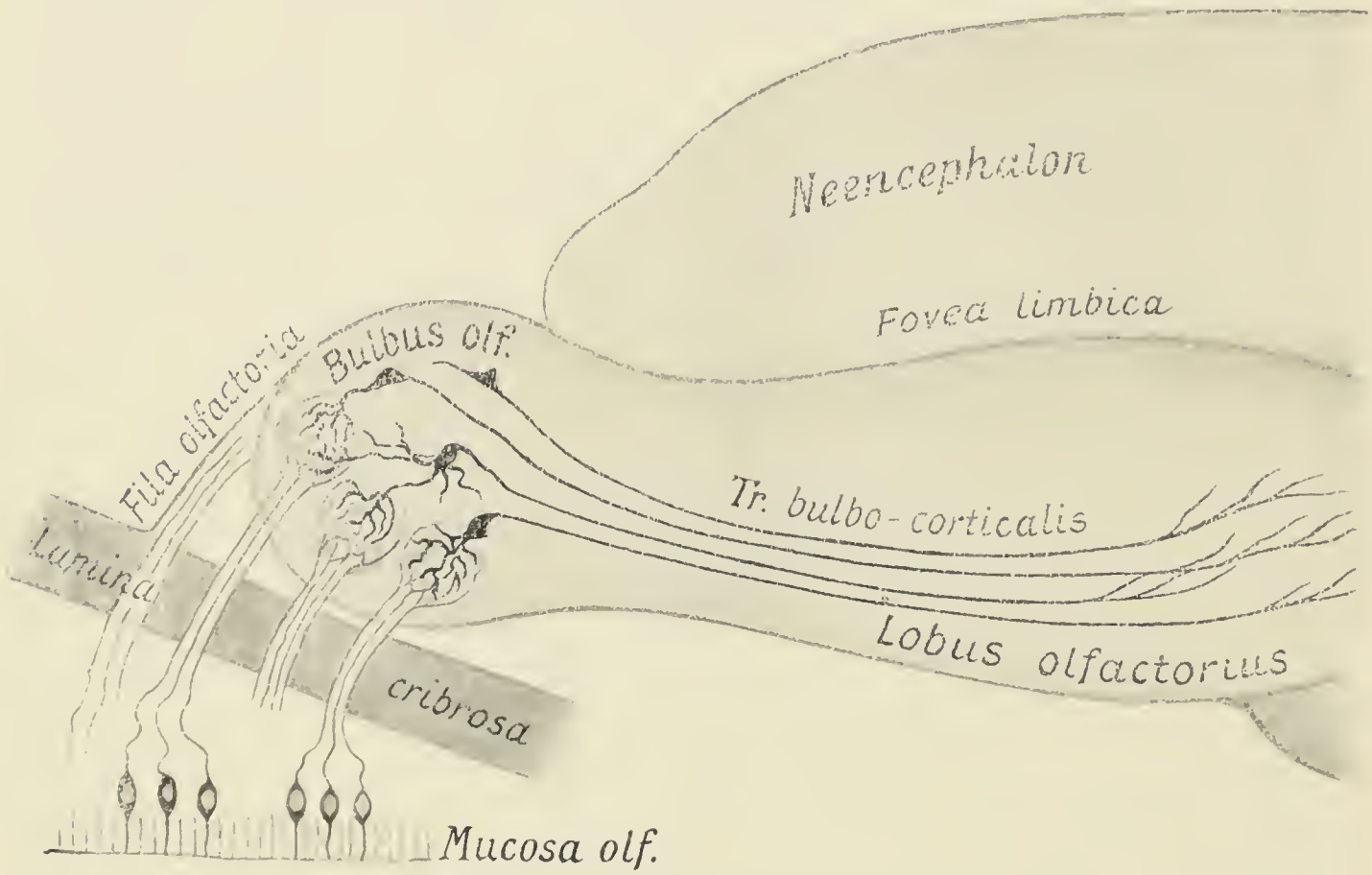


Fig. 135.
Schema des histologischen Verhaltens der Riechbahnen.

Medianebene zum Septum pellucidum treten und von diesem aus, innerhalb der Fornixschenkel rückwärts zur Rinde des Ammonshorns verlaufen, also Tractus olfacto-ammonici.

Die beiden Lobi olfactorii sind unter sich und mit dem Bulbis durch eine hufeisenförmige Bahn verbunden: der hintere Teil des Hufeisens liegt in der Commissura anterior, von der er einen Teil ausmacht. Der übrige Teil dieser mächtigen Kommissur besteht im wesentlichen aus Fasern, welche die hinteren Teile der Riechlappen und die Ammonshörner, dann die Corpora striata verbinden. Im ganzen mögen Sie behalten, daß die Commissura anterior im wesentlichen verschieden hochwertige Riechgebiete unter sich verbindet. Vergl. Fig. 137.

Das Mark des Riechlappens enthält außer der Commissura anterior noch eine Anzahl feiner, kaudalwärts ziehender Bündel. Ein Teil derselben läuft sagittal rückwärts und kann bis in die Gegend des Corpus mammillare verfolgt werden. Einzelne dieser Fasern gehen noch weiter kaudalwärts, bis in die Gegend des Ganglion interpedunculare, vielleicht auch bis in die Schleife, Der Zug wird als basales Riechbündel bezeichnet.

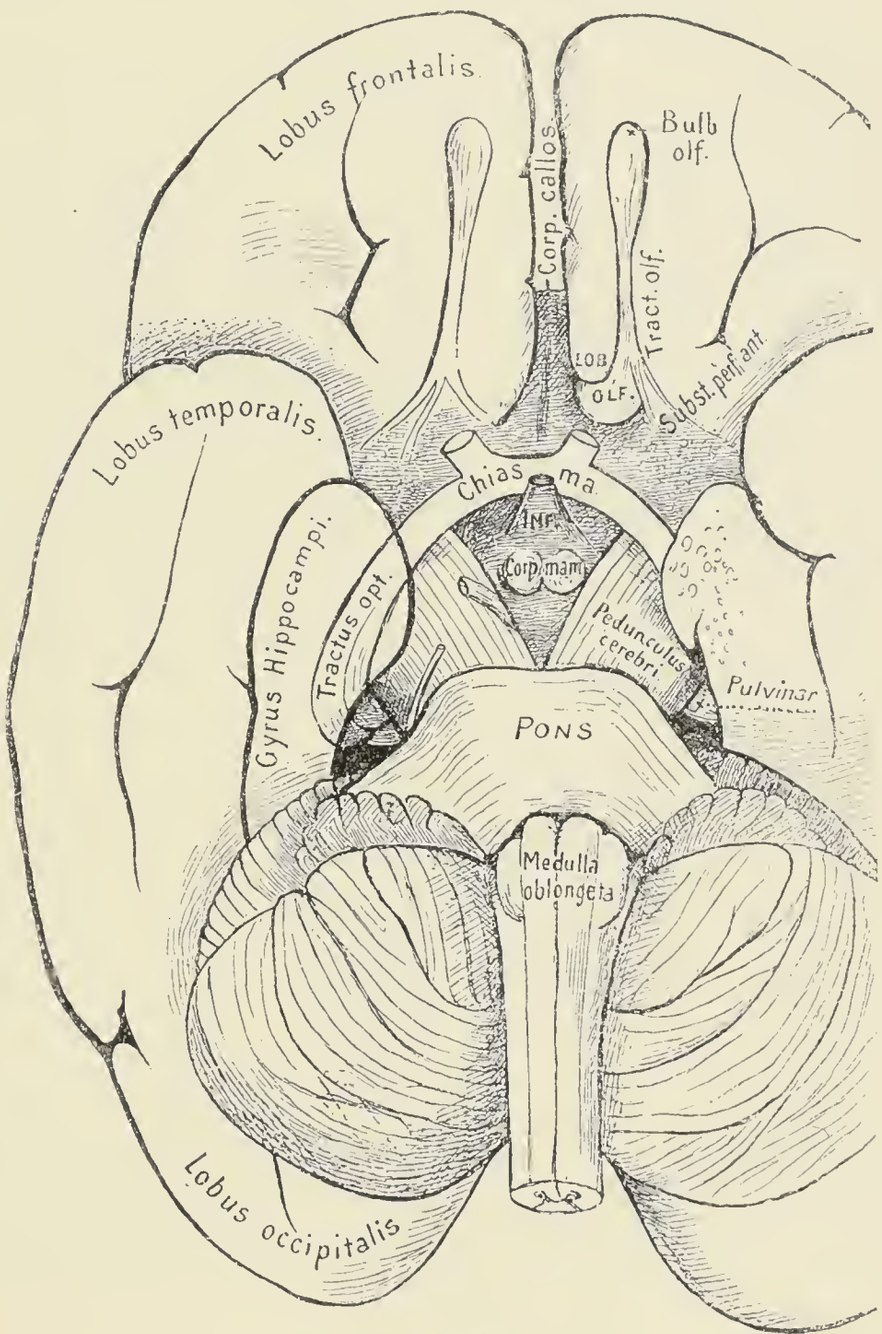


Fig. 136.
Die Hirnbasis des Menschen.

Hinter und medial von dem Riechlappen liegt der Lobus parolfactorius. Er ist in Fig. 134 als Spatium olfactorium bezeichnet. Dieser Lobus ist bei verschiedenen Tieren ein außerordentlich mächtiges Gebilde. Manchmal nimmt er ein Viertel der ganzen Hirnbasis ein. Beim Menschen aber ist er atrophiert zu einer kleinen grauen Stelle, welche in Fig. 136 dicht vor dem Chiasma in der Substantia perforata anterior liegt. Da wir erst ganz in der letzten Zeit über

die vermutliche Bedeutung dieses enorm mächtigen oder auch ganz atrophischen Hirnteils orientiert wurden, zeigen die Abbildungen noch so verschiedenartige Benennungen. Es hat sich herausgestellt, daß der Lobus parolfactorius bei allen Tieren, welche eine ganz lange Schnauze haben, also etwa bei Maulwurf, Elephant, Tapir, Ameisenigel, Igel, enorm entwickelt ist, und daß er da atrophisch ist, wo dies, wie auch beim Menschen, nicht der Fall ist. Bei den Vögeln, wo der Schnabel ja eine so wichtige Rolle spielt, ist er ganz enorm entwickelt.

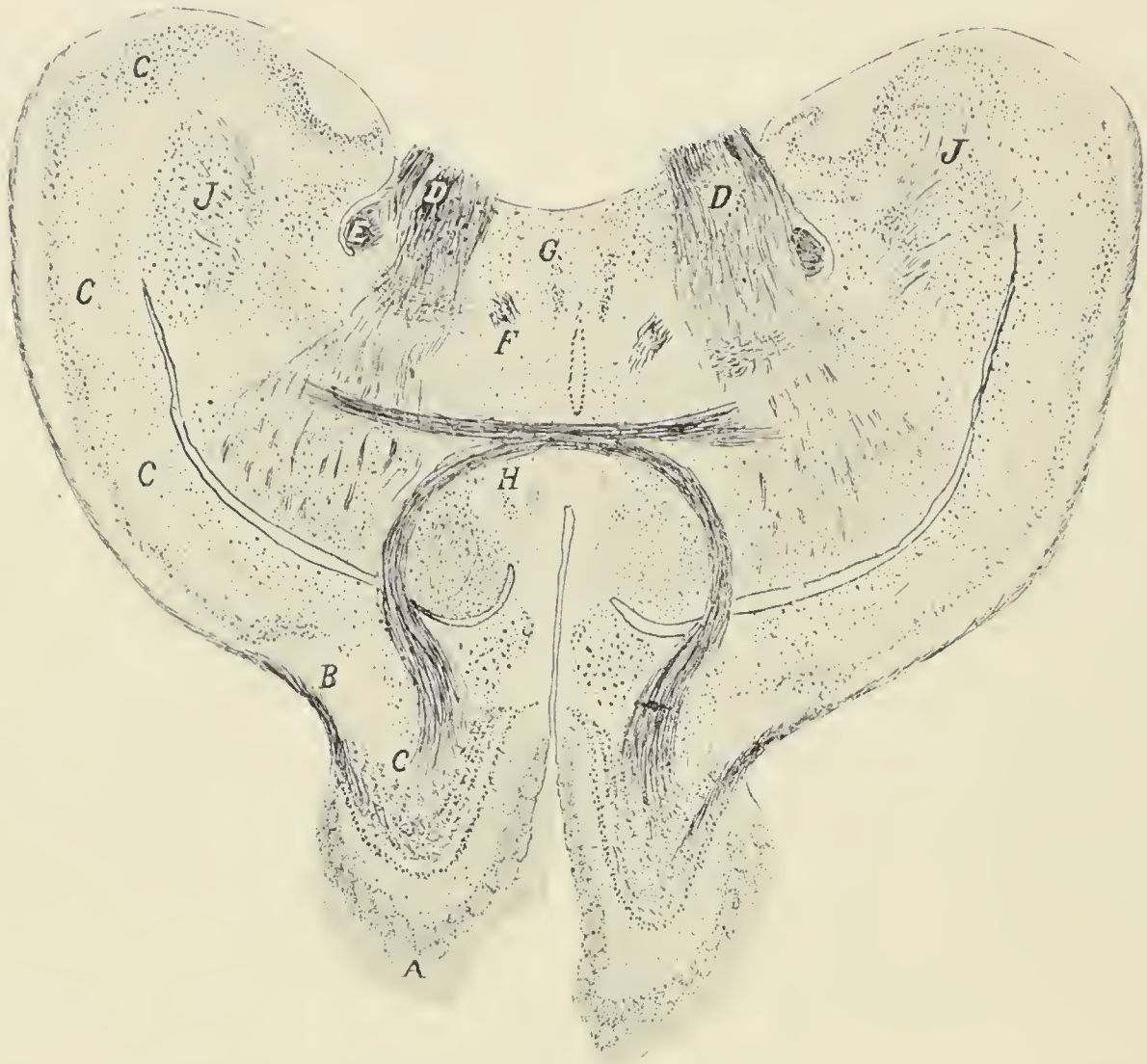


Fig. 137.

Die Commissura anterior mit den vorderen Schenkeln in die Bulbi und Lobi olf., mit den hinteren in die Gegend des kaudaleren Riechlappengebietes und das Ammonshorn gehend. Maus. Horizontalschnitt durch die Basis des Vorderhirnes. *A:* Bulbus olfactorius mit der Glomerulusschicht. *B:* Tractus bulbo-orticalis, endet auf der Oberfläche von *C.* Lobus olfactorius. *D:* Tractus strio-thalamicus. *E:* Opticus. *F:* Fornix. *G:* Tr. habenulo-peduncularis. *H:* Tr. paralfacto-ammonicus. *J:* Nucleus amygdalae.

Ein aus der frontaleren Brückengegend stammendes starkes Bündel führt dem Lobus parolfactorius die wohl aus dem Trigeminusgebiete stammenden Rezeptionen zu.

Es ist wahrscheinlich, daß wir hier ein Zentrum für die wesentlich vom Trigeminus innervierten Teile um den Mund herum haben, ein Zentrum, welches dem für so viele Tiere wichtigen Oralsinn dient.

Aus dem Lobus parolfactorius stammt auch zum größten Teil, wie Sie auf Fig. 133 sehen, der zum Ganglion habenulae dorsal am Thalamus ver-

laufende Faserzug der Taenia thalami. Ebenso entsendet dieser Lobus, da wo er gut entwickelt ist, Fasern in das Ammonshorn, die mit dem Tractus olfacto-ammonicus verlaufen. Das Ganglion habenulae hängt nun durch den Tractus habenulo-peduncularis mit dem Ganglion interpedunculare zusammen. Dieser ganze Apparat fehlt keinem Wirbeltier, er ist schon bei den niedersten Fischen vorhanden. Und alle Teile scheinen um so entwickelter, je wichtiger die Funktion der Schnauzenspitze ist. Vermutlich

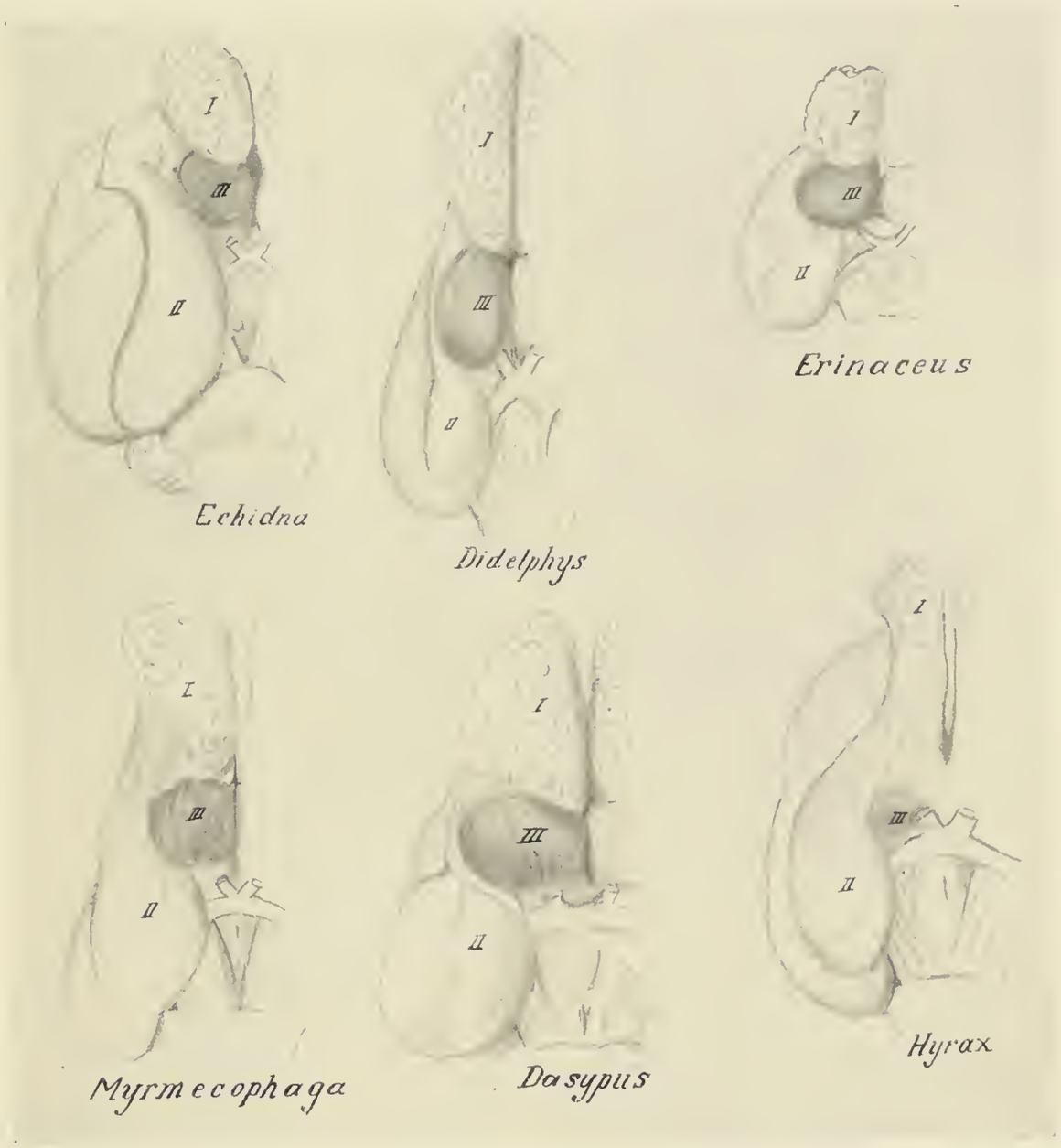


Fig. 138.
Ventralansicht des Gehirnes verschiedener Tiere. Der Lobus parolfactorius schattiert. I Bulbus olf. II Lobus olf. III. Lobus parolfactorius.

gehören deshalb Lobus parolfactorius, Taenia thalami, Ganglion habenulae, Ganglion interpedunculare, und vielleicht auch die Corpora mammillaria als Organe des Oralsinnes zusammen.

Dorsal vom Lobus olfactorius und parolfactorius liegt, mit ihnen eng verbunden, das Corpus striatum.

Dieses große und uralte Ganglion — schon bei den ältesten Fischen sieht es fast ebenso aus wie beim Menschen — wird, wenn es zur

Auswachsung eines Schläfenlappens und einem Krümmen um die in der Insel gelegene Axe kommt, kaudal ausgezogen, so daß es, wie Fig. 139 zeigt, bis in die Decke des Unterhornes weithin mit seinem Schwanze hineinreicht.

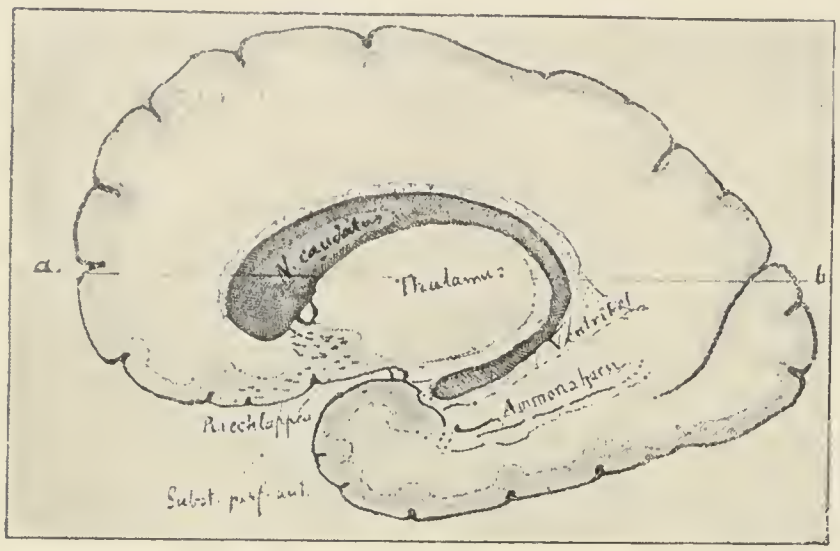


Fig. 139.
Nucleus caudatus in seiner ganzen Länge freigelegt. (schematisiert).

Schon an Fig. 42 sahen Sie, wie die von allen Seiten aus dem Neencephalon an diesem Ganglion vorbeiströmende Faserung es durchbricht, einen medialen Anteil, den Nucleus caudatus von einem lateralen Putamen trennend. Das ist dann deutlich auf dem Frontalschnitt zu sehen, den Fig. 140 wiedergibt. Brücken grauer Substanz verlaufen hier noch zwischen beiden Kernen. Die weiße Fasermasse heißt schon hier frontal Capsula interna.

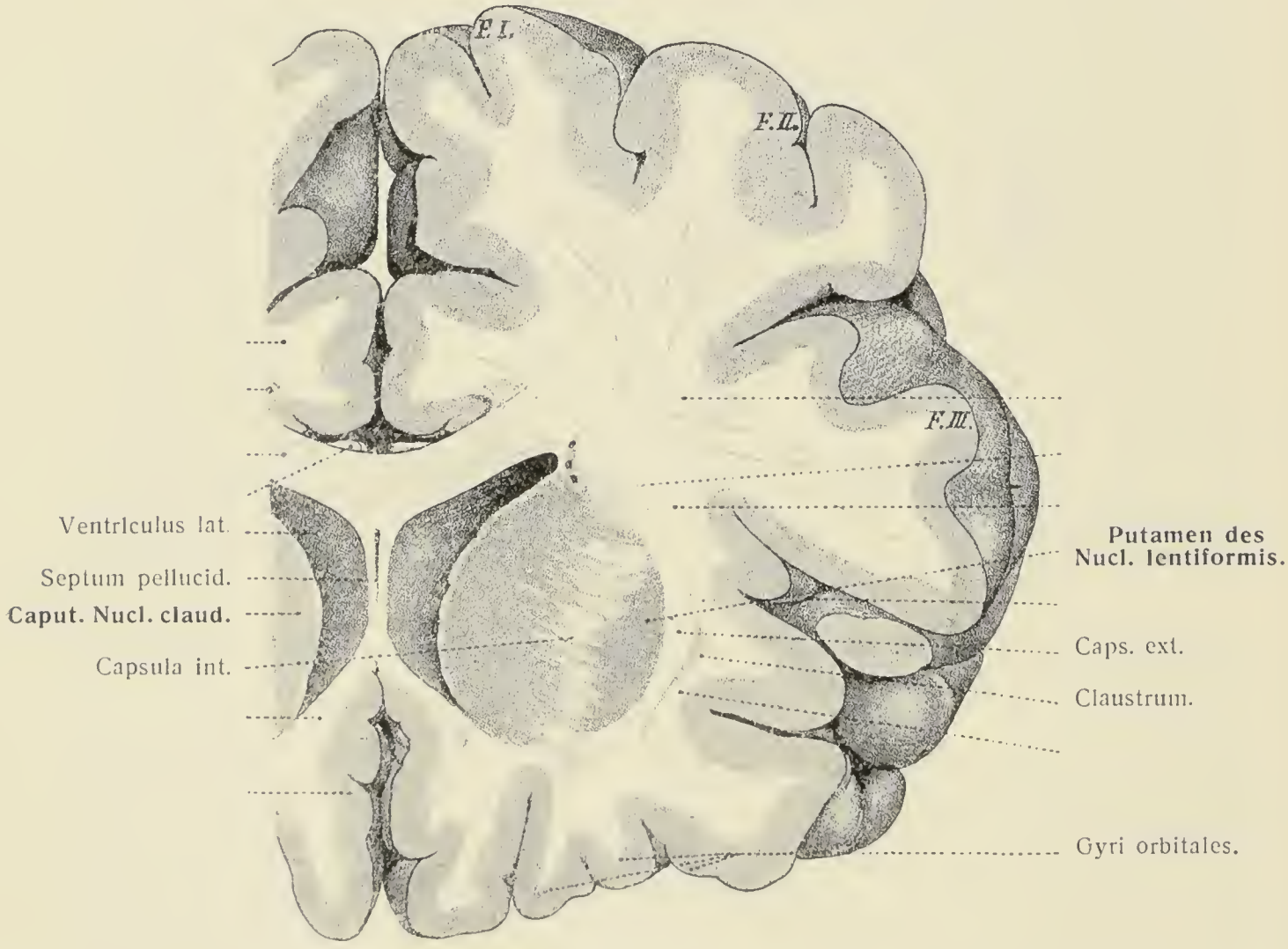


Fig. 140.
Schnitt durch das Gehirn, der den Frontalteil des Striatum trifft.

Dem lateralen Anteil liegt medial ein mehrgeteilter, in seinem Wesen noch ganz unklarer Körper, der Globus pallidus, da an, wo er an die aus der Rinde strahlende Faserung grenzt. Ebenso hat er lateral, da wo er der Inselrinde nahe kommt, ein anliegendes Ganglion, eine hohe langgestreckte Platte, die etwa der Inselrinde parallel läuft, das Claustrum, und schließlich muß aus vergleichend anatomischen Gründen eine dritte Ganglienmasse dem Striatum zugerechnet werden, der Nucleus amygdalae, ein mächtiger Kern, der aus dem Hirnstamm gerade da ventralwärts hervorragt, wo die Spitze des Schläfenlappens liegt.

Fig. 141.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn dicht hinter den Fornixsäulen.

Putamen und Globus pallidus zusammen bilden auf jedem Schnitte durch das Gehirn eine einheitliche Masse. Man bezeichnet sie im Gegensatz zu dem Nucleus caudatus als Nucleus lentiformis. Am schnellsten orientieren Sie sich über diese Dinge an einem Frontalschnitt, den ich dicht hinter dem Chiasma durch das ganze Gehirn legen will. Fig. 141.

Aus dem Putamen und aus dem Nucleus caudatus entspringt die Eigenfaserung des Stammganglions. Außerdem wird das Ganglion durchzogen von einer aus der Rinde entspringenden Faserung, der Haubenfaserung. Die genannten grauen Massen entlassen diese Eigenzüge in zahlreichen feinen, auf jedem Schnitt sichtbaren Zügen. Fig. 141.

Die Eigenfaserung des Stammganglions verbindet dasselbe mit den Ganglien des Zwischenhirnes. Radiatio strio-thalamica. Sie ist aus Fig. 131 zu ersehen.

Es gibt kaum einen Punkt, der so sehr beweist, wie weit bisher noch unsere Beobachtungsfähigkeit zurück ist, als der Umstand, daß wir bis heute weder von den Funktionen des Corpus striatum, noch von den Symptomen etwas wissen, die eintreten, wenn es zerstört oder wenn es gereizt wird. Es ist ein mächtiger Hirnteil, der von enormer Bedeutung sein muß, sonst wäre er nicht von den Fischen an aufwärts vorhanden, ein Hirnteil, der bei den Vögeln die Hauptmasse des ganzen Großhirnes ausmacht, zudem ein Gebilde, in dem außerordentlich oft beim Menschen Krankheitsherde gefunden werden, und doch hat niemals jemand ein Symptom entdeckt, das von ihm ausgeht. Was bisher als Striatumsymptome beschrieben wurde — Hemiplegie, Tremor, vasomotorische Störungen, das alles könnte auch durch Mitbeteiligung der immer nahen Capsula interna entstehen.

Am wahrscheinlichsten ist es noch, daß ein vertieftes Studium der Hirnphysiologie der Vögel weiter hilft, weil diese nur eine minimale Rinde besitzen. Bei ihnen lassen sich auch die einzelnen Ganglien des großen Komplexes isoliert reizen oder zerstören. Ist es erlaubt, aus vergleichend psychologischen Beobachtungen weitergehende Schlüsse zu ziehen, so erscheint mir noch am wahrscheinlichsten, daß dem Striatum für Motilität und Sensibilität eine Rolle zukommt, die wir nur deshalb noch nicht erkannt haben, weil unsere Untersuchungen an Tieren angestellt werden, welche neben dem Striatum noch einen mächtigen Rindenapparat besitzen. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, daß ein guter Teil von dem, was man kurz als Spontaneität der Bewegung bezeichnet, durch das Striatum vermittelt wird. Die Versuche an Fischen mit abgetrenntem Großhirne weisen darauf hin, ebenso die bekannten Versuche an enthirnten Tauben.

Fünfzehnte Vorlesung.

Das Vorderhirn: 2. Das Neencephalon.

M. H.! In der heutigen Vorlesung möchte ich Ihnen zeigen, wie aus unscheinbaren Anfängen sich das große Organ entwickelt, das als Träger der höchsten psychischen Tätigkeit sich über die niederen Hirnzentren schaltet.

Die mächtigen Gehirnhemisphären, welche beim Menschen fast den ganzen Hohlraum des großen Schädels erfüllen, sind das Endprodukt einer langen Entwicklungsreihe.

Während alle die Teile des Zentralapparates, welche wir bisher studiert haben, nicht nur im wesentlichen bei sämtlichen Säugern gleich gebaut und in ihrer Entwicklung wesentlich durch die Körpermasse ihrer Träger bestimmt sind, verhält es sich mit den Hemisphären durchaus anders. Schon die oberflächlichste Beobachtung lehrt, daß die Hemisphären sich im gleichen Maße vergrößern, wie die geistige Gesamtleistungsfähigkeit eines Tieres zunimmt. Man hat den Eindruck,

wenn man die Gesamttierreihe überblickt, als schalte sich über den Grundapparat des Zentralnervensystemes, denselben, welcher (Fische, entrindete Tiere) im wesentlichen ausreicht zum Rezipieren der Außenwelt und zu den notwendigsten Bewegungen, welche die Existenz ermöglichen, ein neues Organ, und man kann, wenn man die Stammesentwicklung überblickt, leicht erkennen, wie dies neue Organ sich aus ganz kleinen Anfängen — Cyklostomen, Selachier — nur sehr allmählich zu dem mächtigen Gebilde entwickelt, welches die Stellung des Menschen unter seinen Mitgeschöpfen bedingt. Innerhalb dieses Entwicklungsganges kommen die allergrößten Unterschiede zustande. Nicht nur die Gesamtmasse nimmt zu, sondern auch einzelne Abschnitte der Hemisphären können sich speziell ent-

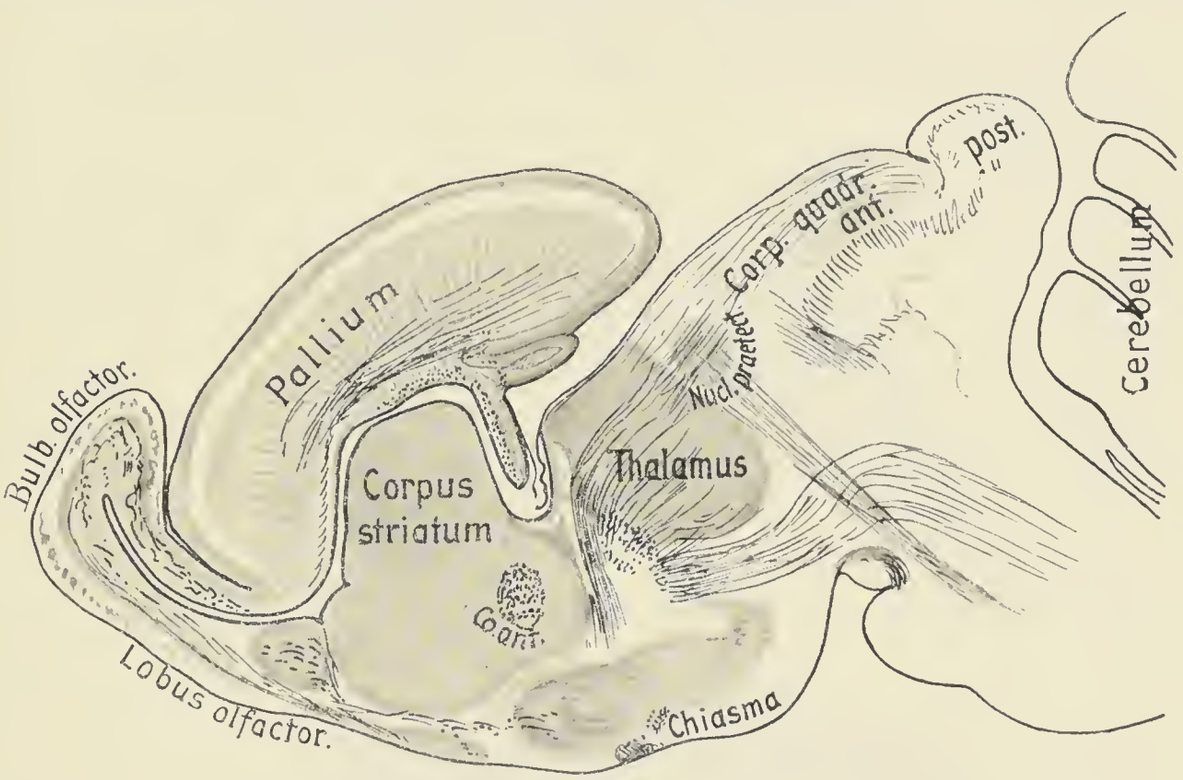


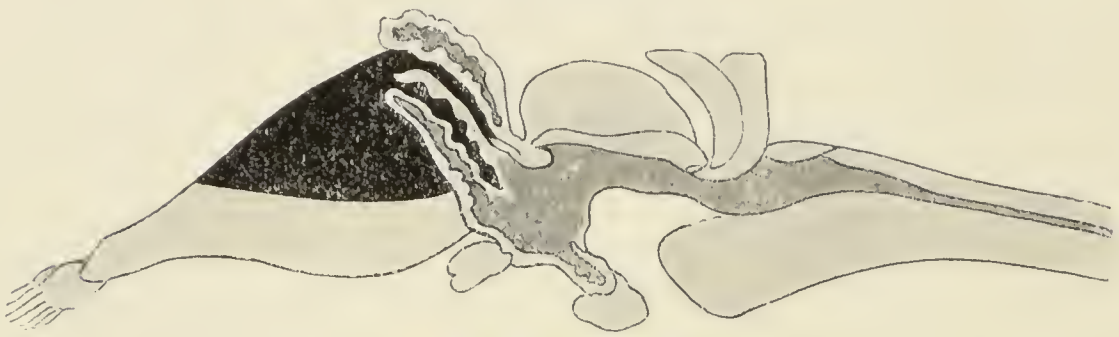
Fig. 142.
Sagittalschnitt durch das Gehirn der Fledermaus. Vesperugo noctula.

wickeln oder auch in ihrer Entwicklung stehen bleiben oder gar sich zurückbilden.

Das Neencephalon liegt, wo es stärker entwickelt ist, einem Mantel gleich über dem Palaeencephalon. Es heißt deshalb von Alters her Pallium oder Hirnmantel. Bei den niederen Säugern ist der ganze Apparat noch recht klein, kleiner als der Komplex des Palaeencephalon. So z. B. bei dem Fig. 142 abgebildeten Fledermausgehirn, wo das Pallium von dem Vorderhirn nur einen ganz kleinen Teil ausmacht.

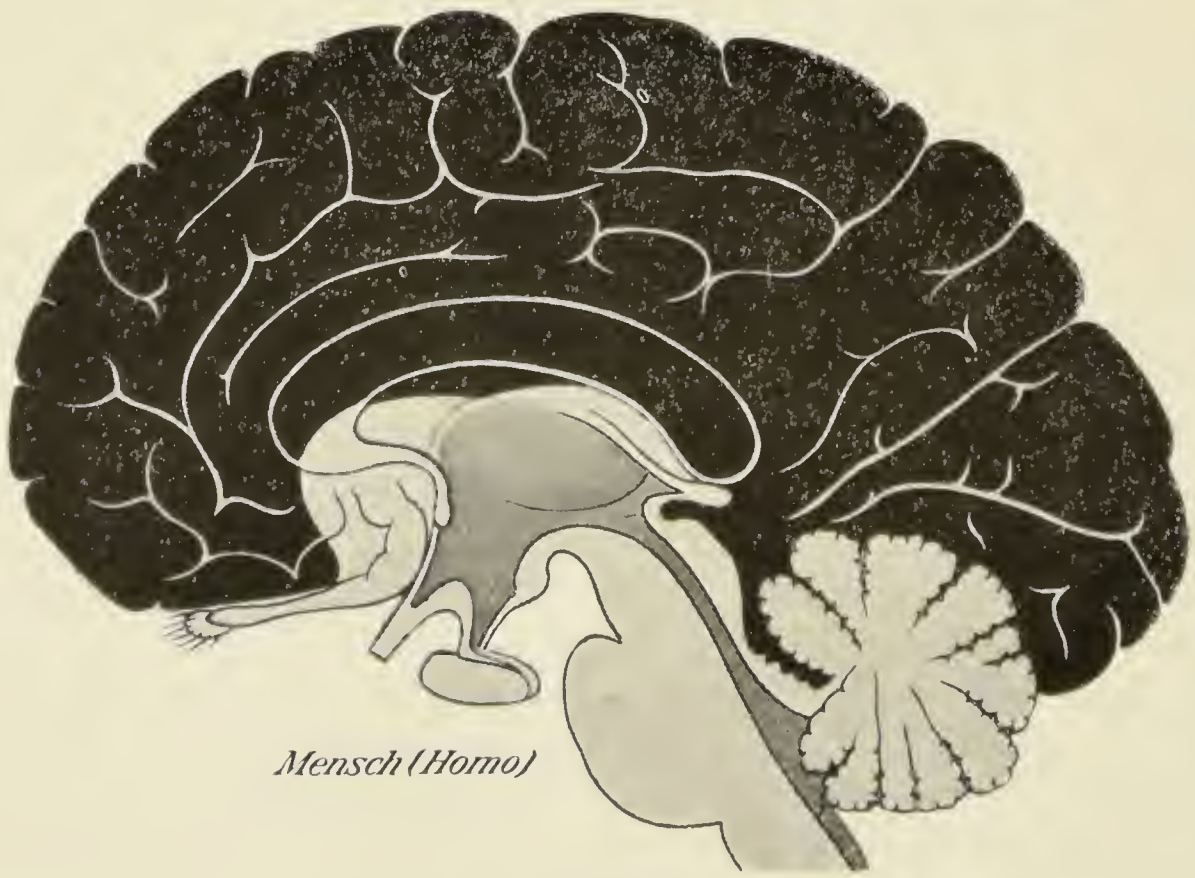
Die Anatomie bezeichnet den Komplex, welchen Palaeencephalon und Neencephalon des Vorderhirnes bilden, als Großhirn. Dieses setzt sich also zusammen aus dem Pallium dorsal, dem Striatum und Lobus olfactorius mit Lobus parolfactorius ventral.

Hai (Chimaera)



Eidechse (Varanus)

Kaninchen (Lepus)



Mensch (Homo)

Fig. 143.

Entwicklung des Neencephalon (schwarz) über dem Palaeencephalon (grau).

Auf der verschiedenartigen Entwicklung der pallialen, also des neencephalen Teiles beruht die Verschiedenheit im Aussehen, welche die Hemisphären bei den verschiedenen Tieren bieten. Hierauf beruht aber auch die verschiedene Leistungsfähigkeit in psychischer Beziehung.

Die vergleichend anatomische Betrachtung lehrt, daß die Fische noch kein nervöses Pallium oder doch nur Spuren eines solchen haben, daß sich aber von den Amphibien an zunächst an der Medialseite der Vorderhirnblase hinten am Dach des hier hohlen Lobus olfactorius die erste Pallialanlage zeigt. Sie wächst schon bei den Reptilien beträchtlich und aus ihren Faserbeziehungen läßt sich zeigen, daß dieses älteste Pallium direkt ein Riechzentrum ist, wohl auch ein Zentrum für den Oralsinn. Aus bei den Reptilien vorhandenen Spuren entwickelt sich dann lateral von diesem Archipallium ein Neopallium. Diese ganze Entwicklung ist auf Fig. 143 gut zu übersehen. In Fig. 144 erkennen Sie dann, wie das kleine Archipallium, wenn das Neopallium einmal ordentlich auswächst, immer mehr medial gedrängt wird und schließlich nur als ein unbedeutendes Anhängsel der Hauptmasse des Vorderhirnes erscheint. Es heißt dann Ammonshorn.

Das Neopallium ist der mächtige rindentragende Mantelabschnitt, der in der Reihe der Säuger, allmählich zunehmend, diesen die geistige Präponderanz über alle niederen Vertebraten verleiht.

Bei den Säugern des Eocän ist es noch so klein, daß das Gesamthirn Reptilientypus hat, und noch bei vielen lebenden niederen Säugern bildet es kaum mehr als die Hälfte der ganzen Hirnmasse. Vergl. Fig. 145.

Das Neopallium ist nicht ein funktionell einheitliches Organ. Es setzt sich vielmehr zusammen aus einer ganzen Anzahl verschiedener Teile — Rindenzentren hat man sie genannt — und zahlreiche physiologische Versuche haben gelehrt, daß Bewegungen, die erlernt werden müssen, und wohl die meisten seelischen Kombinationen, durch die Existenz solcher Zentren erst möglich werden.

Die einleitenden Vorlesungen haben Sie nun darüber orientiert, daß die eigentlichen motorischen und sensiblen Zentren der peripheren Nerven im Palaeencephalon, vom Rückenmarke bis zum Mittelhirne, sitzen, und daß diese durch reichlich vorhandene, früh schon vorgebildete Verknüpfungsreihen zu zweckmäßiger Tätigkeit an sich schon ausreichend sind.

Die Experimentalphysiologie aber zeigt, daß viele der tiefen Zentren mit in dem Neencephalon gelegenen derart verbunden sind, daß Reizung des letzteren Bewegung auslöst. Darüber schwebt namentlich der Streit, von welcher Natur und Wichtigkeit der Einfluß der höheren auf die

tieferen Zentren sei. Deshalb bemüht man sich, möglichst genau die Erscheinungen zu studieren, welche nach Wegnahme von Rindenpartien auftreten. Zweifellos ist die Dignität der Hirnrinde bei verschiedenen Tieren eine verschiedene. Während Wegnahme des ganzen Großhirnes

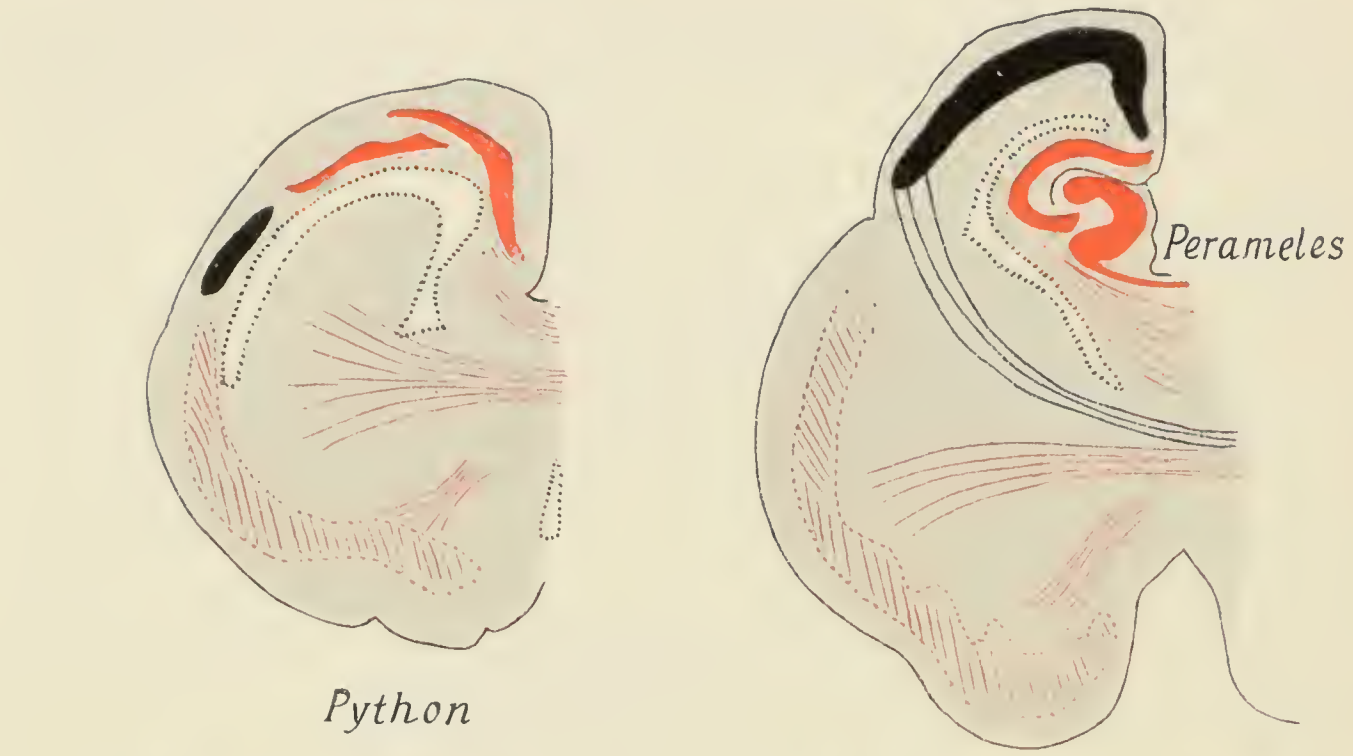


Fig. 144.

Entwicklung des Hirnmantels von Python (Riesenschlange) bis zum Hunde. Das bei Python nur in Spuren vorhandene Neopallium (schwarz) nimmt bei den Säugern enorm zu und rollt das Archipallium zum Ammonshorn (rot) auf.

bei niederen Tieren die Fähigkeit, gröbere Bewegungen mit guter Kraft auszuführen, nicht aufhebt, treten bei Säugetieren nach Zerstörung zirkumskripter Partien der motorischen Zone rasch vorübergehende

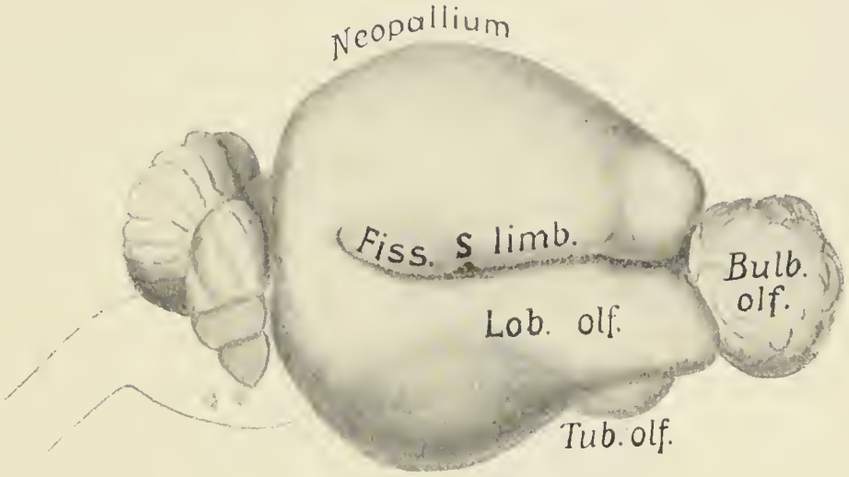


Fig. 145.
Gehirn des Igels. Erinaceus europaeus. 3mal vergrößert. Die Fiss. limbica trennt Neencephalon von Palaeencephalon. Bei *S* Andeutung eines Fossa Sylvii.

Lähmungen auf, und beim Menschen führt gar die Erkrankung auch relativ kleiner Teile der Rinde oft zu dauernden Lähmungen. Offenbar können alle motorischen und viele sensorisch-psychische

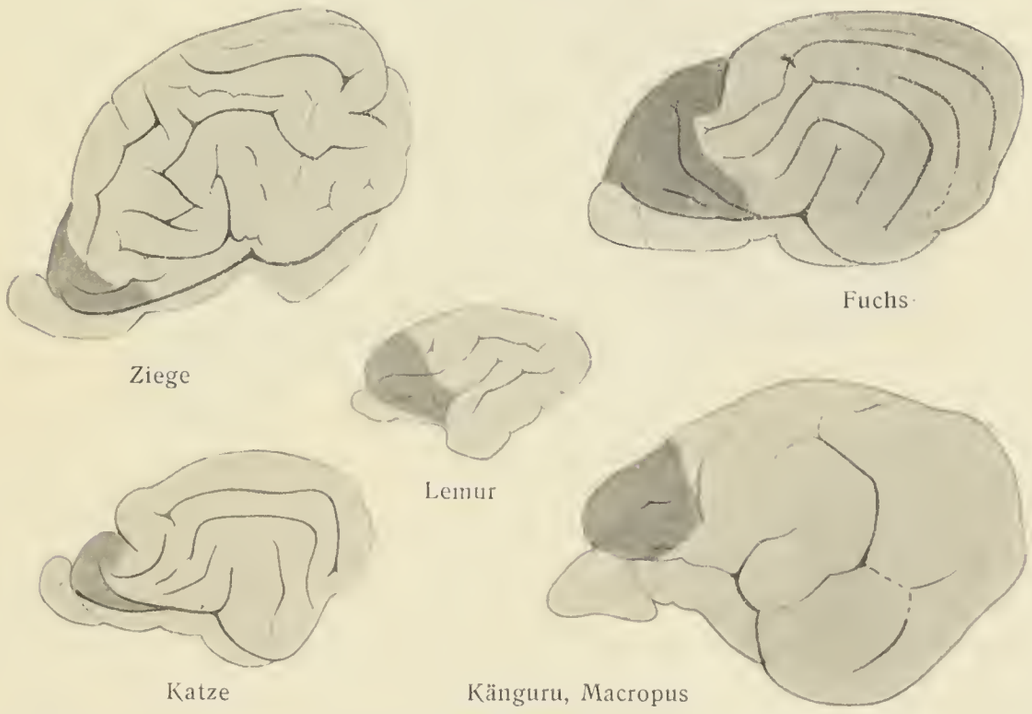


Fig. 146.
Der Lobus frontalis ist bei den meisten Tieren noch klein. Die Ausdehnung bei verschiedenen Säugern. Auf Grund histol. Präparate von C. Brodmann.

Funktionen von tiefer liegenden Hirnteilen ausgeführt werden. Je höher man aber in der Tierreihe aufsteigt, um so mehr wird bei der Gehirntätigkeit die Rinde mit in Anspruch genommen.

Der Mensch hat in dieser Beziehung eine Stufe erreicht, auf der viele der betreffenden Funktionen gar nicht mehr ohne Teilname der Rinde des Neencephalon ausgeführt werden können. Bei den Säugetieren werden alle möglichen Übergangsstadien beobachtet. So erklärt es sich, daß zwar bei den letzteren durch Reizung der Rinde die einzelnen Muskeln usw. beeinflußt werden können, daß die betreffenden Rindenpartien aber für die betreffenden Bewegungen noch nicht unentbehrlich sind. Beim Menschen ist der größere Teil der Vorderhirnoberfläche unentbehrlich geworden.

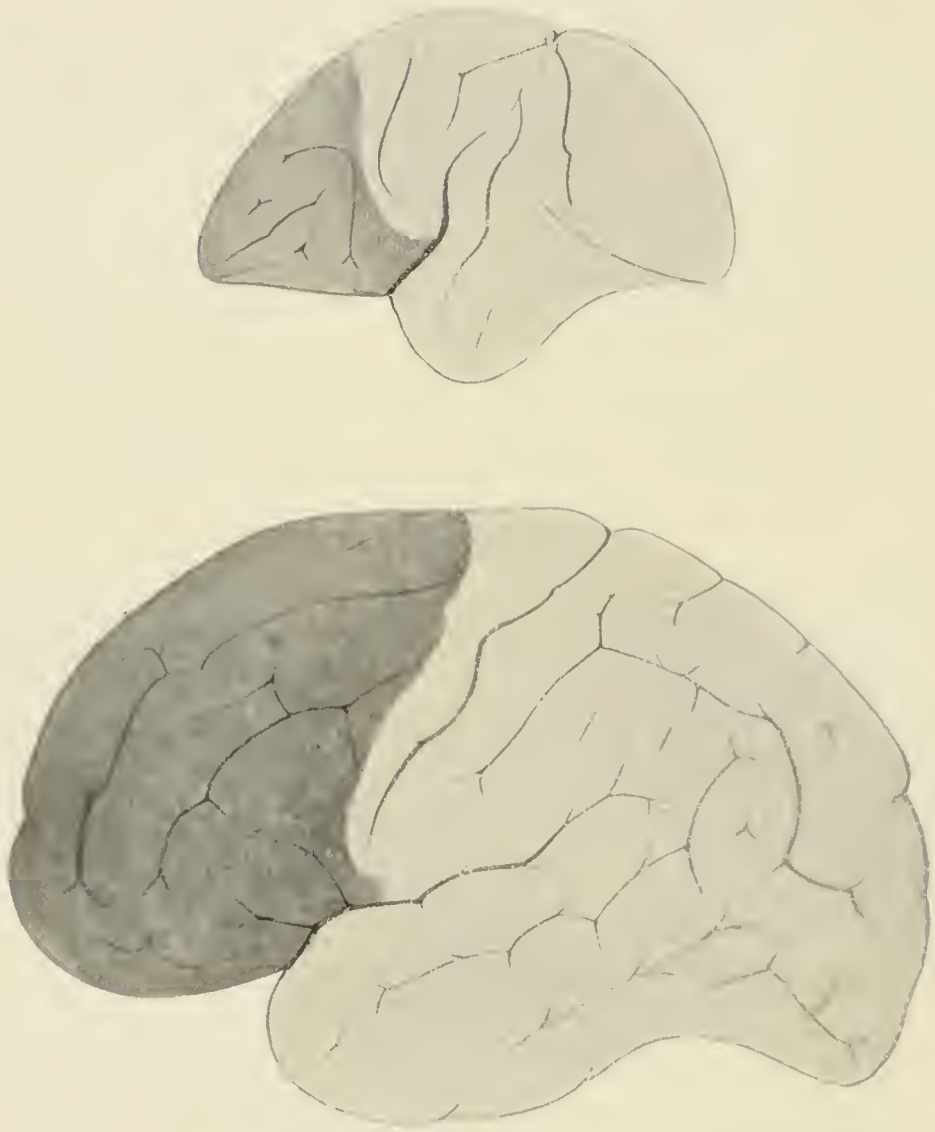


Fig. 147.
Grösse des Stirnlappens bei Primaten. Oben: Affe Cercopithecus. Unten: Mensch.

Morphologisch verrät sich dies Verhältnis durch ganz verschiedene Entwicklung der einzelnen Teile der Hemisphären. Noch sind wir erst für wenige Tiere in der Lage, die wesentlichen Teile voneinander zu scheiden, doch erkennen wir schon, daß in der Säugetierreihe die Ausbildung der Rinde noch in fortwährendem Flusse ist. Noch bei so nahen Verwandten wie Mensch und Anthropoide bestehen mächtige Unterschiede. Ein Gorillagehirn wiegt z. B. kaum ein Drittel von dem Gewichte eines Menschenhirnes. Das Charakteristikum des Menschenhirnes ist eben die enorme Entwicklung des Neopalliums, die weithin über diejenige

hinausgeht, welche schon die höchsten Affen erreicht haben. Noch ein wichtiges Moment unterscheidet das Affengehirn von der beim Menschen erreichten Stufe. Der Stirnlappen, der bei den meisten Säugern, auch bei den Affen, noch sehr klein ist, erreicht bei den höheren schon eine große Ausdehnung, bleibt aber immer noch sehr zurück gegen den Stirnlappen des Menschen, Fig. 147. Und beim Menschen ist dieser Entwicklungsgang noch keineswegs abgeschlossen. Es finden sich gerade im Stirnlappengebiete noch Differenzen, welche auf die Möglichkeit einer weiteren Vervollkommnung schließen lassen. Das ventrale Gebiet, in welchem die Sprachzentren liegen, tritt überhaupt erst beim Menschen auf.

Wer zum ersten Male ein reifes menschliches Gehirn zur Hand nimmt, um dessen Furchung zu studieren, der meint vor einer sehr schwierigen Aufgabe zu stehen, denn verwirrend laufen die Furchen

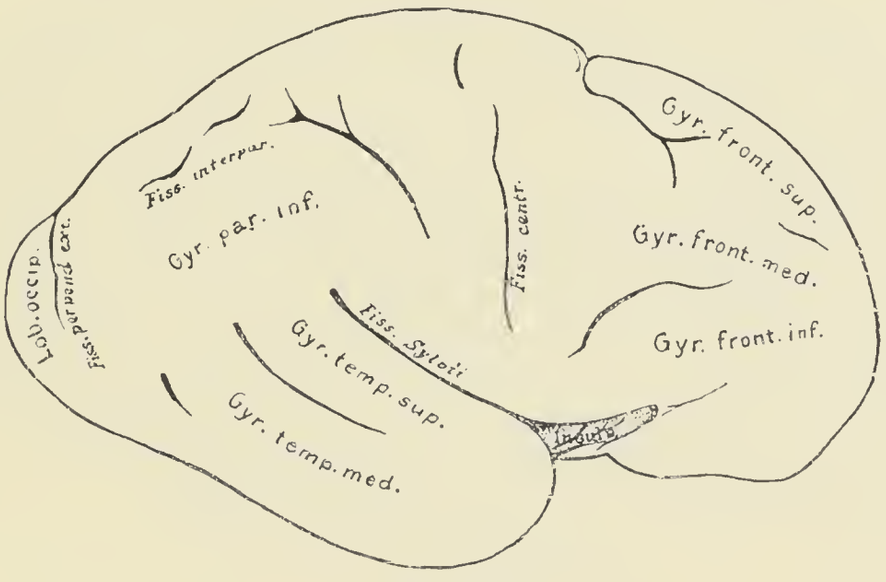


Fig. 148.
Gehirn aus dem Ende des siebenten Monats.

nach allen Richtungen. Es ist aber gar nicht schwer, die Orientierung zu finden, wenn man sich einmal an einem embryonalen Gehirne die Grundlinien eingeprägt hat; die sind ganz einfache.

Direkt von oben nach unten auf die bei dem Auswachsen des Schläfenlappens entstandene Sylvische Spalte läuft eine Furche herunter, die das Gehirn fast in zwei Hälften teilt. Dieser Sulcus centralis schafft frontal den Gyrus centralis anterior und kaudal den G. c. posterior. Der erstere liegt im Stirnlappen, der andere im Scheitellappen. Der Stirnlappen wird durch zwei tiefere Furchen in drei Stirnwindungen geteilt und der Scheitellappen durch den beim Embryo meist geteilten halbkreisförmigen Sulcus interparietalis in einen oberen und unteren Scheitellappen zerfällt. Ventral vom Sylvischen Spalt liegt der Schläfenlappen. Auch er wird durch zwei Furchen in drei Gyri temporales geteilt.

Die Medialseite, die ganz einfach gefurcht bleibt, studieren wir später.

Wollen Sie jetzt ein reifes Gehirn zur Hand nehmen und, meinem Vortrage folgend, Furche für Furche, Windung für Windung sich aufsuchen, dann werden Sie sich, zumal wenn Sie die einfachen schematischen Abbildungen zu Rate ziehen, ganz leicht orientieren.

Zunächst biegen wir die Ränder der Fissura Sylvii auseinander und betrachten die in der Tiefe liegende mehrgefurchte Rinde der Insula Reilii. Der Hirnteil, welcher vor diesem Auseinanderbiegen von oben her die Insel zudeckte, heißt Operculum. In ihm endet immer der Sulcus centralis, Sc der Figur 149.

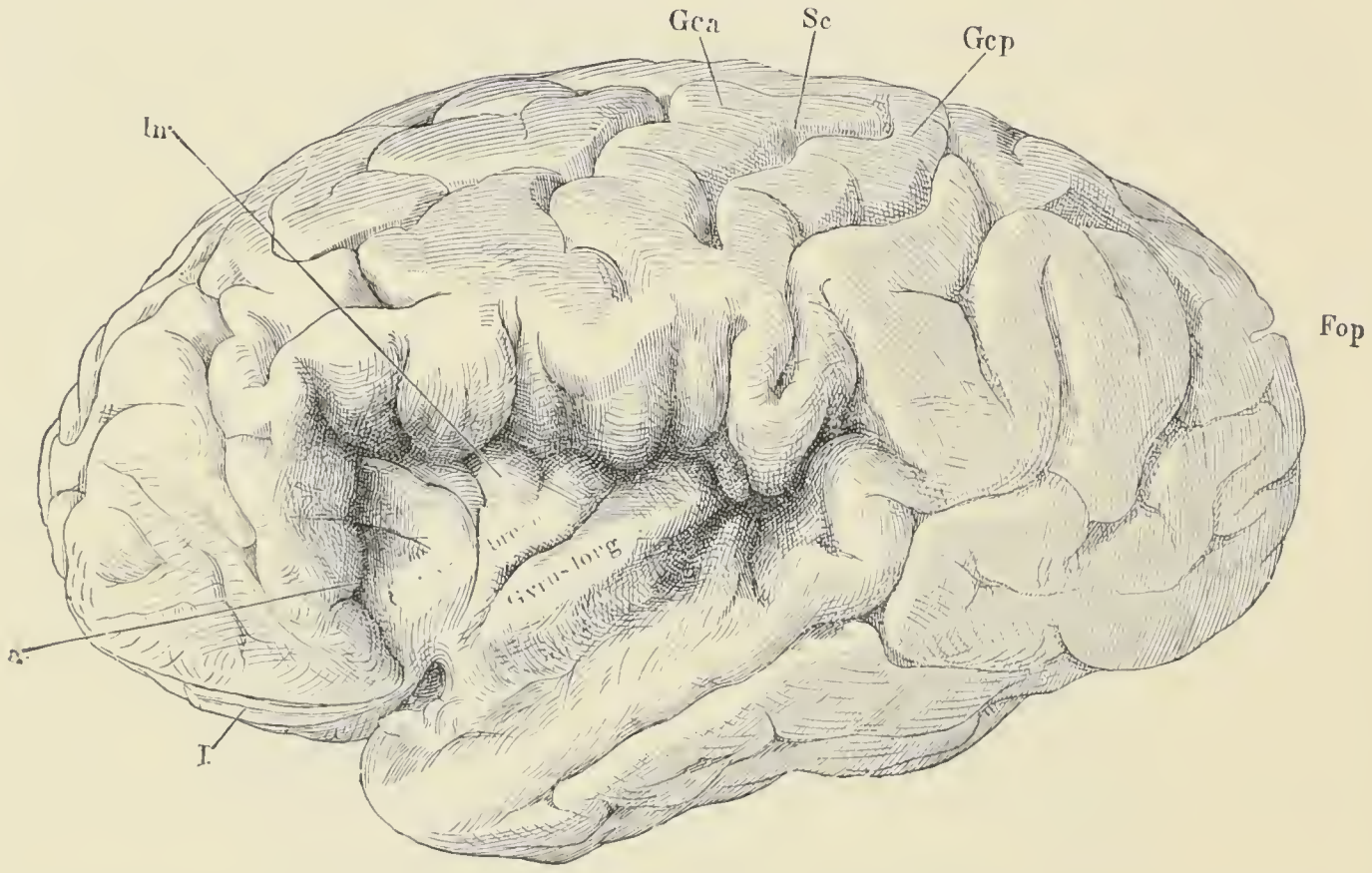


Fig. 149.

Die linke Hemisphäre mit auseinander gezogener Fissura Sylvii, um die Windungen der Insel *In* zu zeigen. *Sc* Sulcus centralis. *Gca, Gcp* Gyrus centralis anterior und posterior. *Fop* Fiss. parieto-occipitalis. Nach Henle.

Die neueren chirurgischen Operationen am Gehirne, ebenso die aus physiologischen Studien gewonnene Erkenntnis haben es wünschenswert gemacht, die Länge dieser Furche in Teile zerlegen. Als Anhaltspunkte dienen die beiden auf der Abbildung mit * bezeichneten Knie, das obere und das untere Knie der Zentralspalte. Vor dem Sulcus centralis liegt die vordere Zentralwindung, hinter ihm die hintere Zentralwindung.

Das Gebiet vor der vorderen Zentralwindung, der Stirnlappen, wird durch zwei Furchen, die obere und die untere Stirnfurche, in drei Windungen, die obere, mittlere und untere Stirnwindung, geteilt. Diese Stirnwindungen sind nicht immer in der ganzen Länge des Stirnlappens scharf voneinander geschieden, da die Stirnfurchen

oft genug nach kurzem Verlaufe durch Querbrücken unterbrochen werden. Sie finden leicht an jedem Gehirne diese drei übereinander liegenden Teile des Stirnlappens und bemerken wohl auch, daß sie mit der vorderen Zentralwindung durch mehrere Übergangswindungen zusammenhängen. Geschieden werden sie von dieser Windung durch eine in ihrer Länge und Tiefe sshr veränderliche Furche, den Sulcus praecentralis.

Das Gehirn der anthropoiden Affen ist an Windungszügen dem des Menschen außerordentlich ähnlich. Was es aber von jenem ganz besonders scheidet, das ist die Entwicklung der Stirnwindungen und das totale Fehlen der dritten mit den Sprachzentren. Da wir wohl unserem Sprachvermögen die Ausbildung unserer Intelligenz verdanken — nicht das Individuum,

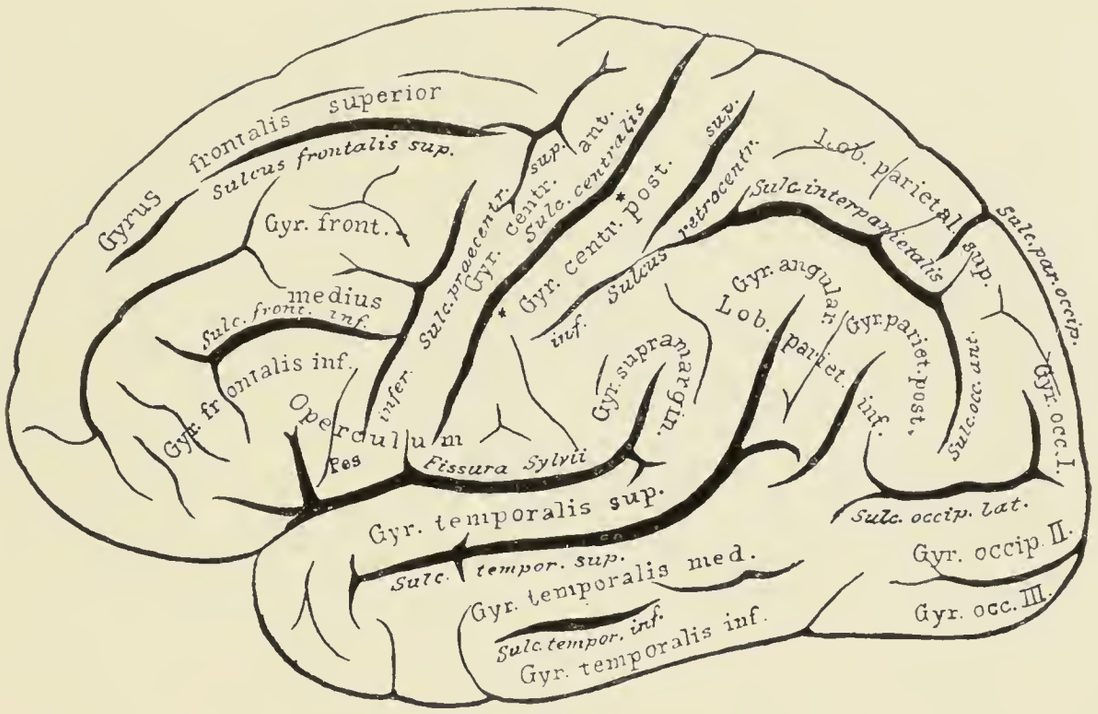


Fig. 150.

Seitenansicht des Gehirnes. Die Gyri und Lobuli sind mit Antiquaschrift, die Sulci und Fissurae mit Kursivschrift bezeichnet.

sondern die Gesamtheit ist gemein —, so kann man vielleicht in der mangelhaften Ausbildung der unteren Stirnwindung die Ursache der geringeren Entwicklung des ganzen Stirnhirnes der Affen finden.

Der Schläfenlappen ist von mehreren Furchen durchzogen, welche parallel mit der Fissura Sylvii laufen und eine obere mittlere und untere Temporalwindung mehr oder weniger scharf voneinander trennen. Meist sind nur die beiden ersten in ihrer ganzen Länge deutlich abscheidbar.

Suchen Sie jetzt das Gebiet hinter der Zentralfurche, nach oben vom Schläfenlappen auf; es heißt Parietallappen. In ihm wird durch eine Furche, Sulcus interparietalis, welche im Bogen um die Enden der Fossa Sylvii und der ersten Schläfenfurche herumläuft, ein oberer und ein unterer Parietallappen abgeschieden.

Den Teil des unteren Scheitellappens, welcher das Ende der Fissura Sylvii umkreist, nennt man Gyrus marginalis, den dahinter liegenden Teil, welcher um die obere Schläfenfurche zieht, Gyrus angularis. Den ersteren sehen Sie an jedem Gehirne sofort, den letzteren Gyrus müssen Sie sich mit etwas mehr Mühe aufsuchen. Sie finden ihn in dem Raume, welcher von der Interparietalfurche nach oben, von der oberen Schläfenfurche, resp. deren Ende nach unten abgeschlossen ist; eben um dieses Ende schlägt sich ja sein hinterer Teil herum. Die Gegend des Gyrus angularis ist lokalisatorisch wichtig. Es ist deshalb vorteilhaft, sie gut begrenzen zu können.

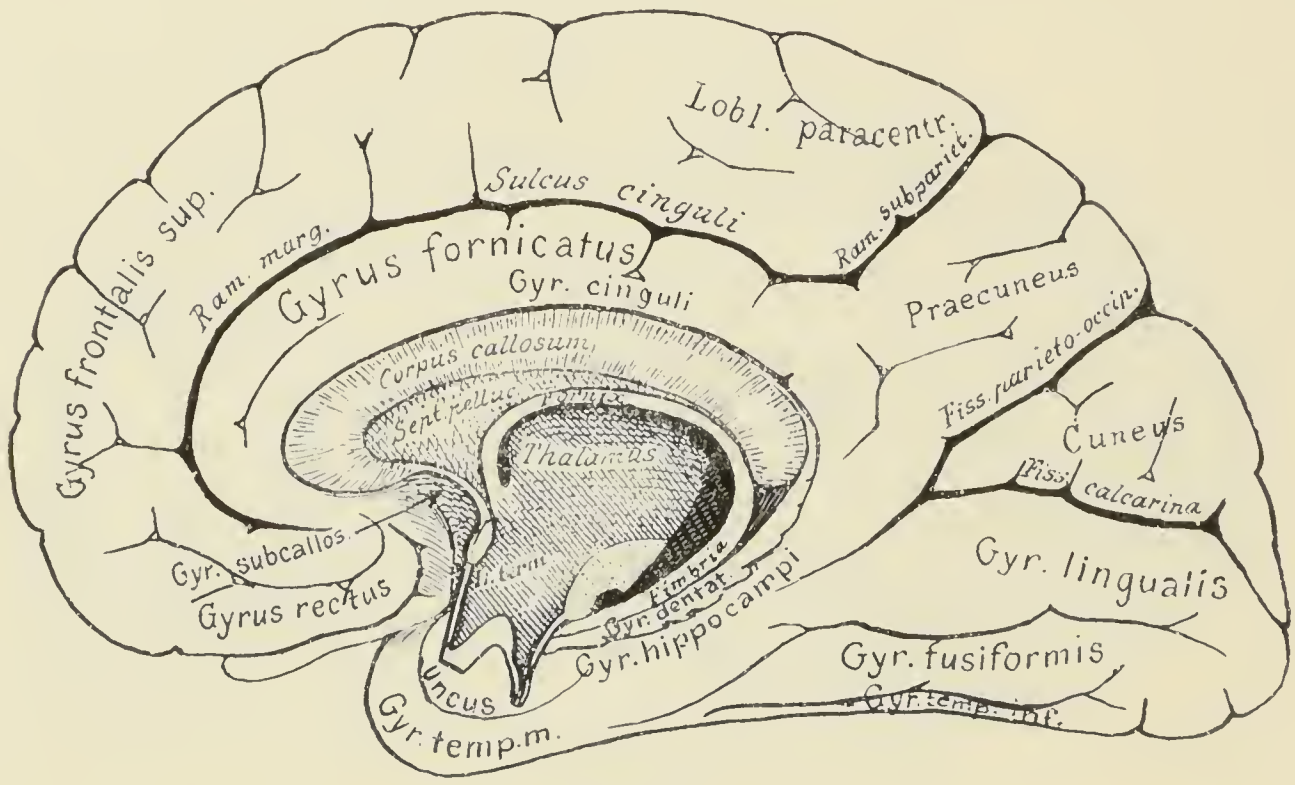


Fig. 151.
Längsschnitt durch die Mitte eines Gehirnes vom Erwachsenen. Der hintere Teil des Thalamus, die Hirnschenkel usw. sind abgetrennt, um die Innenseite des Schläfenlappens freizulegen.

Der Occipitallappen ist lateral nicht in allen Gehirnen so gleichmäßig gefurcht, daß man immer die von den Autoren angegebene obere, mittlere und untere Occipitalwindung leicht und ohne Künstelei wiederfinden könnte. Von dem Scheitellappen ist er gewöhnlich durch die vordere Occipitalfurche, welche senkrecht hinter dem Lobus parietalis inferior herabzieht, geschieden. Eine oder zwei horizontal gestellte kleine Furchen trennen die kleinen Windungen unter sich.

Haben Sie alle diese Furchen und Windungen gefunden, so schneiden Sie das Gehirn, dem großen Längsspalte zwischen den Hemisphären folgend, mitten durch und studieren nun die mediale Seite desselben. Sie erblicken jetzt auf dem Schnitte in der Mitte das Zwischenhirn, resp. seine laterale Wand, den Thalamus opticus. An der Grenze zwischen ihm und dem Großhirne zieht der zu einem

weißen Markstreifen verdickte Hemisphärenrand, der Fornix, im Halbbogen dahin. In der grauen Substanz der Lamina terminalis tritt er nahe der Hirnbasis zuerst auf, steigt als Columna fornicis dorsalwärts, begleitet den Rand der Hemisphäre dann immer weiter, krümmt sich mit ihm in Schläfenlappen und endet erst an dessen Spitze als Fimbria.

Die horizontale Masse quer durchtrennter Fasern über dem Fornix gehört dem Balken (Corpus callosum) an; an diesem erkennen Sie vorn das Knie, Genu, hinten das Splenium, den Wulst, und in der Mitte den Körper. Zwischen Balken und Fornix liegt das dreieckige Feld des Septum. Außerdem erkennen Sie dicht vor dem Fornix unten die Commissura anterior auf dem Querschnitte. Sie liegt mitten in der Lamina terminalis, die sich dann ventralwärts in den Boden des Zwischenhirnes fortsetzt und hier durch das quer getroffene Chiasma etwas eingestülpt wird. Ich habe absichtlich diese zum Teile nur häutigen Gebilde an unserem Präparate stehen lassen, damit Sie sich hier wieder einmal den ventralen Abschluß des mittleren Ventrikels ansehen können.

Der Teil der Hemisphärenscheidewand, welcher über dem Balken liegt, ist von wenigen und ziemlich konstanten Furchen durchzogen.

Zunächst zieht dem Balken parallel der Sulcus cinguli. Hinten wendet er sich nach oben zur Hemisphärenkante und endet dort in einem kleinen Einschnitte kaudal von der hinteren Zentralwindung.

Der Sulcus cinguli, welcher auch die Namen Sulcus callosomarginalis und Sulcus splenialis führt, besteht eigentlich aus drei hintereinander liegenden, nicht selten wirklich getrennten Stücken.

Was nach vorn und oben von dieser Furche liegt, rechnet man zur oberen Stirnwindung; der Windungszug, welcher zwischen der Furche und dem Balken einherzieht, heißt Gyrus fornicatus. Ein Blick auf ein Präparat oder auf unsere Abbildung zeigt Ihnen, daß der Gyrus fornicatus sich in seinem hinteren Teile nach oben hin verbreitert und über die Hemisphärenkante hinweg direkt in den Lobus parietalis superior übergeht. Diese Verbreiterung heißt Praecuneus. Direkt vor dem Praecuneus liegt eine Rindenpartie, welche außen an beide Zentralwindungen anstößt und diese untereinander verbindet. Sie wird als Parazentrallappen bezeichnet.

Hinten erreicht der Praecuneus sein Ende an einer tief einschneidenden, immer etwas auf die Außenseite der Hemisphäre übergreifenden Furche, dem Sulcus parieto-occipitalis. Dieser Sulcus parieto-occipitalis greift manchmal sehr weit über die Innenfläche hinaus und verläuft als tiefe, senkrechte Furche, Sulcus perpendicularis ext., außen über die Hemisphäre. Das ist namentlich häufig bei Idiotengehirnen der Fall. An fast allen Affengehirnen beginnt in dem Sulc. par.-occip. (oder dicht hinter ihm), ein breite Spalte, welche über den größeren Teil der lateralen Hirnoberfläche herabzieht und in sehr auf-

fallender Weise den Scheitellappen von dem Schläfenlappen trennt (Affenspalte). S. Fig. 147 die senkrechte Furche hinten.

In den Sulcus parieto-occipitalis mündet in spitzem Winkel der Sulcus calcarinus, eine überaus wichtige Furche, weil in ihren beiden Wänden die Sehstrahlung endet. Der dreieckige, von den beiden letztgenannten Furchen eingeschlossene Rindenteil heißt Cuneus.

Vor seiner Spitze zieht der Gyrus fornicatus herab an die Medialseite des Schläfenlappens. Er heißt hier Gyrus hippocampi

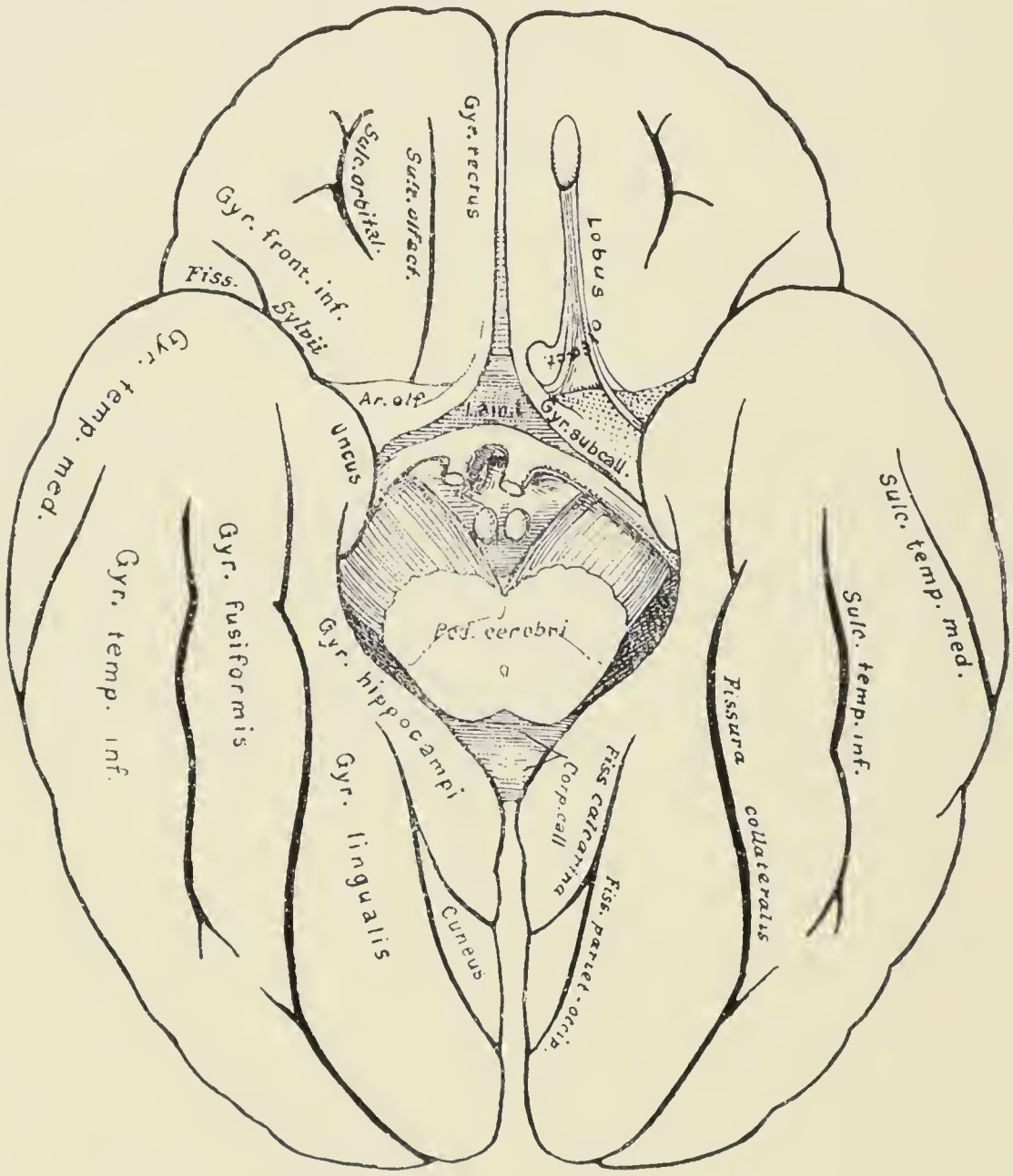


Fig. 152.
Die Windungen an der Hirnbasis (schematisiert). Das Chiasma zurückgeschlagen.

und endet frontal im Uncus. Dieser Gyrus hippocampi wird, wie Fig. 153, zeigt durch eine tiefe Furche, die Fissura hippocampi, eingestülpt, gewissermaßen eingerollt. Da, wo seine Rinde endet, liegt noch ein dünner Gyrus, der Gyrus dentatus. Dann aber wird durch Verdünnen der Rinde zum Plexus chorioideus das Mark aus diesen Windungen frei an der Hirnbasis sichtbar; ist es, s. Fig. 151, die Fimbria. Von rechts nach links kreuzen unter dem Balken Fimbriafasern als Psalterium.

Wir sahen die sekundären Riechbahnen in der Rinde des Lobus olfactorius enden und haben erfahren, daß im Lobus parolfactorius eine sekundäre Bahn endet, die mit größter Wahrscheinlichkeit aus dem Trigeminus stammt. Aus diesen beiden Zentren ziehen Faserzüge in den Gyrus hippocampi und den Gyrus dentatus, in die „Ammonsformation", wie man deren Komplex nennt. s. S. 166. Das Ammonshorn ist also die tertiäre Station für die aus der Nase und der Mundumgebung anlangenden, der Ernährung so überaus wichtigen Rezeptionen. Sein Bau zeigt, daß es die Möglichkeit zu einer unerhört großen inneren Assoziation gibt, daß es den Typus der großen Rindenzentren hat, die wir später zu besprechen haben. Es steht in direkter Größenrelation zur Entwicklung des Lobus olfactorius und des Lobus parolfactorius. Wenn der erstere verschwindet, wie das bei den Walen der Fall ist, bleibt nur noch ein kleiner Rest Ammonshorn übrig.

Kaudal mündet, wie Sie an der Fig. 151 gut sehen, ein kleiner länglicher Gyrus des Occipitallappens in den Gyrus hippocampi; er heißt Gyrus lingualis (zungenförmige Windung).

Eine Längsfurche, der Sulcus collateralis, trennt Gyrus hippocampi und Gyrus lingualis von dem weiter lateral liegenden Gyrus fusiformis. Diese Furche wird aber sehr häufig durch Übergangswindungen zum benachbarten Gyrus fusiformis und Gyrus lingualis unterbrochen. Fig. 152.

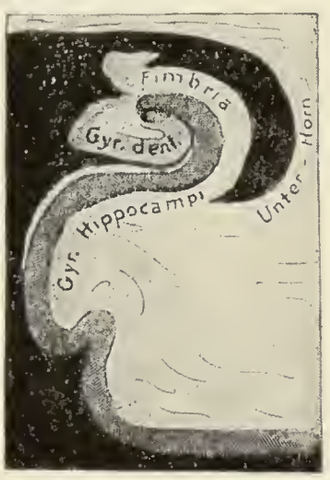


Fig. 153.
Frontalschnitt durch die Ammonsformation. Der Gyrus hippocampi durch die Fissura hippocampi eingestülpt, zerfällt in einen freien Teil, Pars subicularis und einen verdeckten. Um das Ende des letzteren legt sich der Gyrus dentatus. Ihr Markweiß bedeckt, in das Unterhorn hineinragend, als Fimbria die ganze Ammonsformation.

Bei vielen kleinen Säugern ist die Hirnoberfläche ganz glatt, bei den meisten aber legt sie sich in Windungen, weil Hirnentwicklung und Vergrößerung des Schädelinneren ja keineswegs von den gleichen Faktoren bedingt sind. Die Windungen und Furchen, welche als Resultat dieser Faltenbildung erscheinen, sind überall sehr genau studiert. Es ist am wahrscheinlichsten, daß die Furchung dadurch entsteht, daß die Entwicklung des Gehirnes von einer Anzahl anderer Momente abhängt als die des Schädels.

Für die Richtung der Furchung kommt einmal das mechanische Moment der Ausdehnung ganz bestimmter und des Zurückbleibens anderer Partien, der Sylvischen Grube z. B. in Betracht, dann aber sicher auch die im Laufe der Stammesgeschichte erworbene Länge der einzelnen Bahnen. Ändert sich diese, wie es etwa bei Ausfall der Balkenfaserung geschieht, so ändert sich der ganze Furchentypus total.

Der Furchentypus scheint vererbbar. Karplus hat 26 Gruppen von Gehirnen untersucht, deren Inhaber durch enge Familienbande verbunden waren, Geschwister, Mutter und Kinder usw. Dabei haben sich auf den gleichseitigen Hemisphären wiederholt die gleichen Modifikationen der Furchung gefunden.

Das hohe Interesse, welches man der Ausbildung der Hirnfurchen schenkt, ist aber nicht nur durch das rein Morphologische bedingt. Seit man überhaupt das Gehirn wissenschaftlich studiert, hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob etwa in der Ausdehnung der Großhirnoberfläche sich die geistige Bedeutung ihres Trägers irgendwie wiederspiegele. Gall schon glaubte sich berechtigt, den Satz aufzustellen, daß geistig besonders hochstehende Menschen ein größeres und windungsreicheres Großhirn hätten als andere, und daß vorwiegend die Stirnlappen bei den ersteren besser entwickelt seien.

Hier handelte es sich aber mehr um einen allgemeinen Eindruck als um

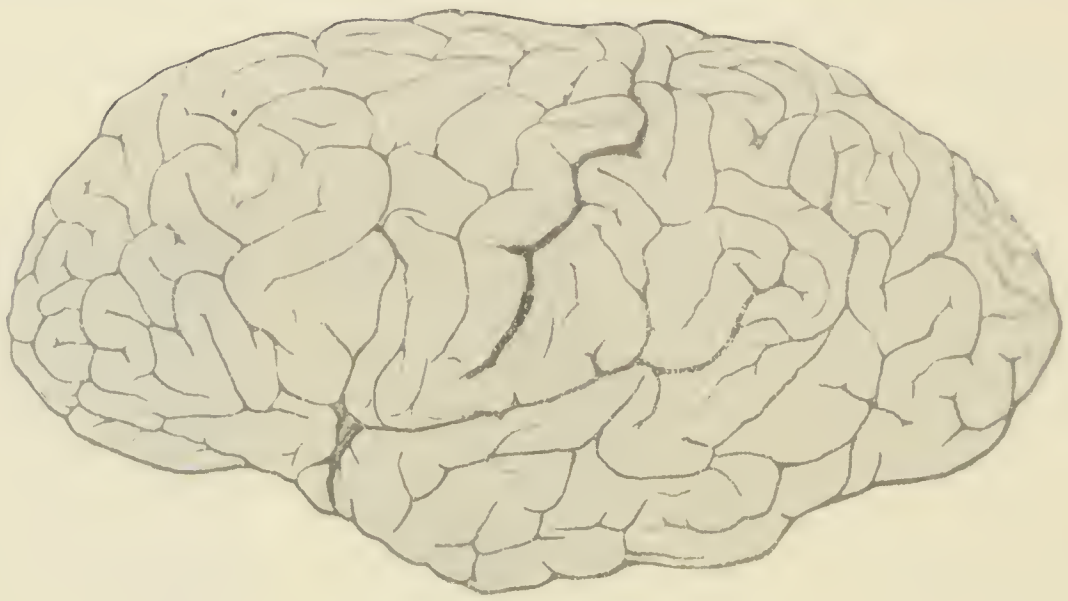


Fig. 154.
a Gehirn von H. v. Helmholtz. *b* Papuagehirn nach Spitzka.

das Ergebnis exakt messender und vergleichender Beobachtung. Wirklich ernste Studien in dieser Richtung datieren erst von dem Tage an, wo Rudolf Wagner 1860 der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften den Bericht über die Untersuchungen vorlegte, welche er an dem Gehirne des berühmten Mathematikers Gauß und an einigen anderen Gehirnen von Gelehrten und Denkern angestellt hatte. Seitdem sind wir in den Besitz einer sehr großen Anzahl von Windungsschilderungen gekommen.

Es gibt kaum eine Furche, kaum eine Windung, die nicht schon eine eigene kleine Literatur aufzuweisen hätte. Von allen sind die typischen Verlaufsverhältnisse und eine gewisse Anzahl von Variationsmöglichkeiten gut

bekannt. Wir besitzen Schilderungen der Hirnoberfläche nicht nur von Europäern, sondern auch von Angehörigen vieler fremder Völker; die anthropoiden Affen sind zum Gegenstande sehr zahlreicher Arbeiten gemacht, und auch den anderen Affen und ziemlich allen Säugern ist ein sehr eifriges Studium gewidmet worden. Wir kennen für den Menschen und für viele Affen auch die Entwicklung der Windungen nun ganz genau. Bei diesen Studien hat sich herausgestellt, daß keineswegs bei allen Individuen die embryonalen Furchen und Windungen gleichzeitig auftreten oder auch nur gleiche Konfiguration haben, wenn sie einmal deutlich vorhanden sind. Diese Tatsache ist deshalb sehr wichtig, weil sie den Beweis enthält, daß die Hirnrinde, der Träger der höheren Seelentätigkeit, schon in der Anlage für verschiedene Individuen verschieden ausgedehnt ist.

Von besonderem Interesse sind aber die neuerdings sich mehrenden Arbeiten, welche sich mit dem Typus des Gehirnes von Menschen beschäftigen, die während des Lebens gut bekannt und beobachtet, sich durch irgendwelche Eigenschaften besonders ausgezeichnet haben. Im allgemeinen hat sich bei besonders hervorragenden Menschen vornehmlich eine Komplikation der Furchung des Stirnlappens herausgestellt, welche dann durch die Assoziationsbahnen auch zur Vergrößerung anderer Furchungsgebiete geführt hat. Man braucht, um das einmal zu erkennen, nur einen Blick auf das Gehirn von Helmholtz zu werfen und es mit dem einfach gefurchten Papuagehirn, das ich nach Spitzka abbilde, zu vergleichen.

So war es auch bei dem Mathematiker Lovèn (Retzius), bei Menzel, Mommsen, Bunsen und Helmholtz (Hansemann). Dazu fand sich bei Menzel an den ventralen Teilen der Zentralwindungen links eine besondere Komplikation. Auch einseitige Vergrößerungen bestimmter Region sind bei solchen Untersuchungen gefunden worden.

Die Ausbildung des Großhirnes als Ganzes ist nicht zu einem Maße der Gesamtintelligenz brauchbar. Es ist ein Gewinn erst des letzten Jahrzehntes, daß wir gelernt haben, daß verschiedene Gehirne ganz verschiedene Entwicklung ihrer Einzelterritorien haben können. Noch aber können wir diese Rindenterritorien nicht so voneinander abscheiden, daß man sie morphologisch oder wägend vergleichen könnte. Aber es sind doch nun auch bereits Vergrößerungen einzelner Windungsgebiete bei einseitig besonders Begabten beschrieben worden. Die Vergrößerung der Basis der dritten Stirnwindung an dem Gehirne des redegewaltigen Gambetta (Hervè) ist von Interesse. Bei mehreren Musikern fand S. Auerbach Vergrößerung der ersten Temporalwindung links, die sich bei Hans von Bülow zu einer solchen Kompliziertheit entwickelt hatte, daß sie kaum als einzelner Windungszug noch zu erkennen war. Gerade solche einseitig Begabte versprechen für die Zukunft wichtigere Resultate, doch wird man auch hier nicht immer Besonderes erwarten dürfen, es wird eben darauf ankommen, ob es gerade für die betreffende Art der Begabung ein Rindenfeld gibt. Der mittelbegabte Sonderling, dessen Gehirn Stieda untersuchen konnte, bot gar nichts von der Norm Abweichendes in den Sprachgegenden, trotzdem er 54 Sprachen voll beherschte, ja in den meisten derselben dichten konnte! Aber auch hier war der Stirnlappen wieder besonders reich gefurcht. Spitzkas sehr sorgfältige Untersuchungen des eigenen Materiales und des ganzen in der Literatur niedergelegten lassen ihn zu der Überzeugung kommen, daß bei philosophierenden Naturen die Stirnteile, bei optisch assoziativ arbeitenden Menschen die Occipitalgegend praevalieren. Entsprechend der Vergrößerung, namentlich des ersteren Gebietes, ist natürlich immer auch der Balken verdickt, dessen Fasern ja zwischen den Hirnlappen einherziehen.

An dem Helmholtzschen Gehirne, das Hansemann und ich, unabhängig voneinander untersucht haben, findet sich die Gegend des Praecuneus, aber, worauf auch Flechsig hinwies, die Gegend um den Gyrus angularis herum ungewöhnlich windungsreich. Die letztere entspricht dem kaudalen Ende der Hörsphäre, über die Bedeutung des Praecuneus fehlen ausreichende pathologisch-anatomisch gewonnene Erfahrungen. Anatomisch gehört er — Flechsig — zu den Hirnteilen mit vorwiegend ausgebildetem Assoziationsapparat.

Meinem † Freunde Perls ist zuerst aufgefallen, daß eine verhältnismäßig große Anzahl geistig bedeutender Menschen nach dem Gesichtstypus den Eindruck machen, als wäre bei Ihnen in früher Jugend ein Hydrocephalus abgeheilt. Er äußerte die Vermutung, daß, wenn ein mäßiger Hydrocephalus in Rückbildung übergehe, dem Gehirnwachstum durch den einmal erweiterten Schädel ein verhältnismäßig geringerer Widerstand entstehen werde. Ich habe diese mündliche Anregung später verfolgt und in einer nicht ganz kleinen Anzahl von Fällen Belege für ihre Richtigkeit gefunden. Beispielsweise zeigte Rubinsteins gewaltiger Schädel bei der Sektion nach Zeitungsberichten ganz deutliche Zeichen alter Rachitis, und von Cuvier wissen wir sogar, daß er, der ein ungewöhnlich schweres Gehirn hatte, in der Jugend hydrocephalisch gewesen war. Ebenso war Helmholtz in seiner Jugend leicht hydrocephalisch.

Wer ein gutes Porträtwerk durchstudiert, dem werden, wenn er mit mir der Perlsschen Anregung folgen will, zahlreiche Stirnen von offenbar hydrocephalischem Habitus gerade bei geistig besonders bedeutenden Menschen begegnen. Natürlich sind nicht alle geistig hochstehenden Menschen abgeheilte Hydrocephalen, so wenig wie jeder abheilende Hydrocephalus bessere Entwickelung des Gehirnes zur Folge haben muß.

Auch mit der Untersuchung der Hirnoberfläche verschiedener Volksstämme hat man sich wiederholt beschäftigt. Es ist nun ungemein schwer, ganz reine Typen hier zu bekommen und die Angaben, ob wirklich innerhalb des Genus homo je nach Stämmen wesentliche Differenzen in der Furchung vorkommen, schwanken sehr. Nach Weinberg ist das Europäergehirn mehr Schwankungen in der Furchung unterworfen als die Gehirne der mehr ursprünglichen Rassen. Aber bei den Javanen, übrigens auch einem alten Kulturvolke, von deren Gehirne Kohlbrugge viele untersucht hat, wurde gar nichts gefunden, was nicht an jedem Europäergehirn ebenso vorkommt, wenn man nur auch von diesen eine genügende Zahl untersucht. Ebenso haben die Untersuchungen einiger weniger reiner Negergehirne bisher kaum wesentlich vom Europäertyp Abweichendes ergeben. Dagegen scheinen in der Tat die bisher beschriebenen Papuagehirne wesentlich einfacher gefurcht zu sein, als die nun einmal als bestbekannt zum Type genommenen Europäergehirne. Fast immer war z. B. an den von Flashman untersuchten Gehirnen australischer Ureinwohner der Occipitallappen durch einen deutlichen Sulcus lunatus von dem Temporallappen an der Lateralseite geschieden. Da bei den Affen die typische Sehrinde bis zu eben diesem Sulcus auf die Außenseite hinüberreicht, so ist das gleiche auch hier wahrscheinlich. In gleicher Richtung weisen für diesen Punkt Untersuchungen von Elliot Smith an Fellachen und von Brodmann an Singhalesen. Die beiden letzteren haben direkt den Rindenquerschnitt auf Vorkommen der die Sehrinde charakterisierenden Verhältnisse untersucht. Diese alten Volksstämme hätten dann größere oder doch lateral weiter ausgebreitete Sehsphären als die Europäer. Es liegen bereits ziemlich viele gute Abbildungen vor, die verschiedene Volksstämme betreffen, aber zu sicheren Schlüssen reicht das Material längst nicht aus. An niedere Säugergehirne erinnert bei den

Australiern das Verhalten des Riechlappens, der durch eine sehr deutliche Furche, die beim Europäer zu den größten Seltenheiten gehört, von dem Neencephalon gut abgetrennt ist. Nur das läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen, daß der Stirnteil bei den lebenden europäischen Menschen wohl etwas besser augebildet ist, als bei den sog. Primitiven. Von besonderem Interesse ist die Frage, ob das menschliche Gehirn sich überhaupt im Laufe der Zeiten vergrößert hat. Die Untersuchung der bisher bekannten diluvialen Schädel läßt allemal erkennen, daß für einen Stirnlappen, wie ihn jetzt die Europäische Mischrasse hat, in ihnen kein Platz wäre. Mindestens dieser Hirnabschnitt scheint also gewachsen zu sein.

Hirngewicht.

Nun hat man zwar auch versucht, durch Wägung und Volummessungen die Frage zu entscheiden, ob der größeren Intelligenz etwa ein größeres Gehirn entspräche. Tausende und Abertausende solcher Wägungen sind gemacht worden, aber auch das große Material, welches hier gewonnen worden ist, birgt gar keinen oder doch nur sehr geringen Wert in sich. Zunächst ist immer völlig unberücksichtigt geblieben, daß das Gehirnvolum und damit auch das Hirngewicht sich ändert, je nach den Krankheiten, an denen das Individuum verstorben ist. Die Untersuchungen von Reichard haben da erstaunliche Unterschiede erkennen lassen. Dann aber — das gilt auch für die Tiergehirne und die unsinnigen Reihen, die man aufgestellt hat, um etwa das Volum des Körpers mit dem Hirngewichte oder Hirnvolum in eine Beziehung zu bringen — hat man niemals das im wesentlichen von der Körperinnervation abhängige Palaeencephalon abgetrennt von dem Neencephalon, dessen Wachstum nur im Verhältnis zu diesem schwankt. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß das Körpergewicht eines Walfisches vielleicht in meßbaren Beziehungen zu dessen Nerven, vielleicht auch zu Rückenmark und Oblongata steht, daß aber kein Grund zu der Annahme existiert, daß die geistige Entwicklung des Tieres, die ja auf seiner Großhirnentwicklung beruht, in irgendeiner Weise mit der Ausdehnung seines Knochengerüstes oder der Größe seines Fettpolsters parallel gehen sollte. Mit solchen unsinnigen Berechnungsweisen, die leider noch überall in der Literatur spuken, ist man zu Resultaten gekommen wie etwa dem, daß der Sperling das größte Hirngewicht habe. Da das Neencephalon nun mit seinen Bahnen das Palaeencephalon vielfach durchwächst, so ist es überhaupt nicht abzutrennen und alle Arbeit mit der Wage oder mit dem Volummesser erscheint überflüssig, weil diese Instrumente das Problem nicht treffen, selbst dann, wenn man die erreichten Resultate mit den schönsten mathematischen Methoden weiter behandelt.

Die Wägungen oder Volummessungen sind auch noch aus dem weiteren Grunde völlig unzulänglich, weil sie die Rindenoberfläche ja nur zu geringem Teile messen, alle versenkten Furchen unberücksichtigt lassen.

Das Hirngewicht schwankt für die Mehrzahl der Männer zwischen 1300 und 1450 Gramm, für Frauen ist es um ein weniges geringer. Nun kommen ungewöhnlich schwere Gehirne gelegentlich bei geistig nicht besonders hoch Entwickelten vor, und umgekehrt hat man bei Menschen, die sehr hervorragend waren, relativ niedere Gewichte gefunden. Wir aber sind gewöhnt, die geistige Bedeutung eines Menschen nicht nach ihrer Gesamtheit, die ja nicht prüfbar ist, sondern zumeist nach irgend besonders hervorragenden Eigenschaften zu messen, welche dem Individuum Ansehen, Stellung usw. gaben. Solche Eigenschaften können sehr wohl auf besondere Zunahme eines einzelnen Rindengebietes zurückführbar sein, ohne daß dies

gerade in dem Gesamthabitus der Windungen oder in der Wägung sich ausdrückt. Es könnte jemand mit enormem Sehgedächtnisse, Sehphantasie usw. versehen und mit aller geistigen Begabung, die den großen Maler kennzeichnet, eine geradezu einzige Stellung einnehmen, und doch würde die Vergrößerung des Occipitallappens, oder nehmen wir einen Musiker, wo wahrscheinlich der Schläfenlappen in Betracht käme, des Schläfenlappens also, bei einer Wägung dann keine wesentliche Abweichung vom Durchschnittsgewichte erzeugen, wenn etwa andere Zentren auch nur um ein Geringes weniger entwickelt wären. Ein großer Redner, ein energischer Mann und ein genialer Führer muß nicht geradezu ein größeres Hirn besitzen. Jene Eigenschaften können sehr wohl auf ganz kleine lokale Vergrößerungen einzelner Rindenfelder basiert sein. Gambettas Gehirn z. B., von dem wir die Sprachgegend als ungewöhnlich entwickelt bezeichnen können, wog kaum mehr als der Durchschnitt kleinerer Gehirne, aber der große Volksführer wäre vielleicht nie zu einem „großen Mann“ geworden, wenn sein Leben nicht in eine Zeitperiode gefallen wäre, wo ein energischer redebegabter Mann an die Spitze einer Regierung treten konnte. Es ist ganz denkbar, daß er unter anderen Umständen unbekannt dahin gelebt hätte.

Was noch völlig fehlt und heute auch noch gar nicht realisierbar ist, das ist eine Messung oder Wägung getrennter nach dem Bau unterschiedener Rindenterritorien. Sie werden es bei diesem Stande der Dinge begreiflich finden, wenn ich Ihnen von den Gewichtsverhältnissen des Zentralnervensystemes heute nichts Näheres mitteile.

Es ist erstaunlich, wieviel unnütze Arbeit hier gefördert wurde, unnütz, weil man sich die Probleme nie klar gemacht hat, und dem Reiz der Zahl vertraute, die hier nur eine Pseudoexaktheit schafft.

Sechzehnte Vorlesung.

Die Rinde und die Faserung des Großhirnes.

M. H.! Der Eigenapparat des Neencephalon, die Rinde überzieht überall die Windungen der Hemisphäre. Er ist aus so vielen Ganglienzellen und so reicher Glia, aus so vielen marklosen Fibrillen dazu aufgebaut, daß er überall als dicke graue Lage erscheint.

Was am Großhirne so besonders entwickelt ist, das ist sein Eigenapparat. Dieser enorme Apparat ist offenbar in sich zu vielen Leistungen befähigt, er vermag die auf relativ wenigen Bahnen ihm zukommenden Rezeptionen zu verarbeiten und auf weiteren, ebenfalls geringen Bahnen vermag er das durch die Verarbeitung Erreichte irgendwie auf den motorischen Apparat wieder zu übertragen. Wir lernen gehen und stehen mit dem Rückenmarke, wir erhalten unsere Statik aufrecht durch andere Apparate, aber es können lange Gedankenreihen, Erwägungen, Hemmungen und Schlüsse gelegentlich nötig werden, um uns etwa zu einem freiwilligen Spaziergang zu veranlassen. Diesem letzteren Teil der Verrichtungen liegt die Arbeit der Rinde zugrunde.

Hier treten aus den mannigfachsten Teilen des Gehirnes Fasern ein und weithin werden welche ausgesandt — Fig. 42 zeigt das am schnellsten. Außerdem werden hier durch Faserzüge, Collateralen und umspinnende Fasern unzählige Möglichkeiten zur Verknüpfung der anlangenden oder ausgehenden Vorgänge geboten. Dieser Verknüpfungsreichtum ist so groß, daß schon in der allerältesten Hirnrinde, in der Ammonsrinde der Reptilien, anatomisch kein Überblick mehr zu bekommen ist, trotzdem man sie fast in einem einzigen Mikroskopgesichtsfeld übersehen kann.

Die Rinde hat nicht überall den gleichen Bau. Wenn auch eine Art Grundtypus existiert, so lassen sich doch je nach der Hirnregion, die man untersucht, geringere oder größere Differenzen an den Schichten auffinden, in welche die Ganglienzellen und Nervenfasern der Rinde angeordnet sind. Nie geht ein Rindentypus plötzlich in einen anderen über. Wenn man die verschiedene Anordnung der Zellen zum Maßstabe nimmt, kann man gegen 40 verschiedene Rindenfelder unterscheiden. Und wenn man von der feinfaserigen Stratifikation der Rinde ausgeht, sollen über 100 Felder sich abscheiden lassen (Brodmann, O. Vogt u. A.). Nun haben uns diese vielversprechenden Untersuchungen, soweit die Erkenntnis der Funktionen in Betracht kommt, noch nicht wesentlich voran geführt. Wir haben aber erfahren, daß die bisher als allein wichtig geltenden Furchengrenzen der einzelnen Regionen nur recht bedingten Wert haben und es hat sich eine Aussicht eröffnet, bei Tieren auf anatomischem Wege Funktionen dadurch zu erschließen, daß Rindenfelder gefunden werden, die den gleichen Bau haben wie solche, deren Funktion bekannt ist. Arbeiten von Mott, Campbell und Brodmann haben solche Übereinstimmungen bereits in recht großer Zahl aufgedeckt. Am sichersten steht es natürlich um die wohl charakterisierte optische Region und um die motorischen Rindenzentren; diese beiden sind am Occiput und dicht hinter dem Stirnpol nun bei ca. 12 Arten wiedergefunden. So ist aus diesen Studien für die vergleichende Psychologie Wichtiges zu erwarten.

Wir wollen als Beispiel des Baues nur die Rinde einer Region. des Stirnlappens, dicht an der vorderen Zentralwindung, betrachten. Dort liegt dicht unter der Pia, noch bedeckt von einer dickeren Neuroglialage, ein dichtes Flechtwerk von meist parallel zur Oberfläche dahinziehenden feinen, markhaltigen Fasern — *1* der umstehenden Figuren, Schicht der Tangentialfasern. Ihr sind Zellen in relativ geringer Menge eingelagert. Direkt unter ihr aber beginnt die Schicht der eigentlich für die Rinde typischen Pyramidenzellen, zunächst mit einer sehr zellreichen Lage kleinerer Gebilde *2*, die dann aber in *3*, die Schicht der mittleren und darunter der großen Rindenpyramiden übergeht. Alle diesen senden nach der Oberfläche und nach verschiedenen Seiten ihre Dendriten als Spitzenfortsatz, Lateralfortsätze usw. und zumeist nach der Tiefe des Marklagers ihren

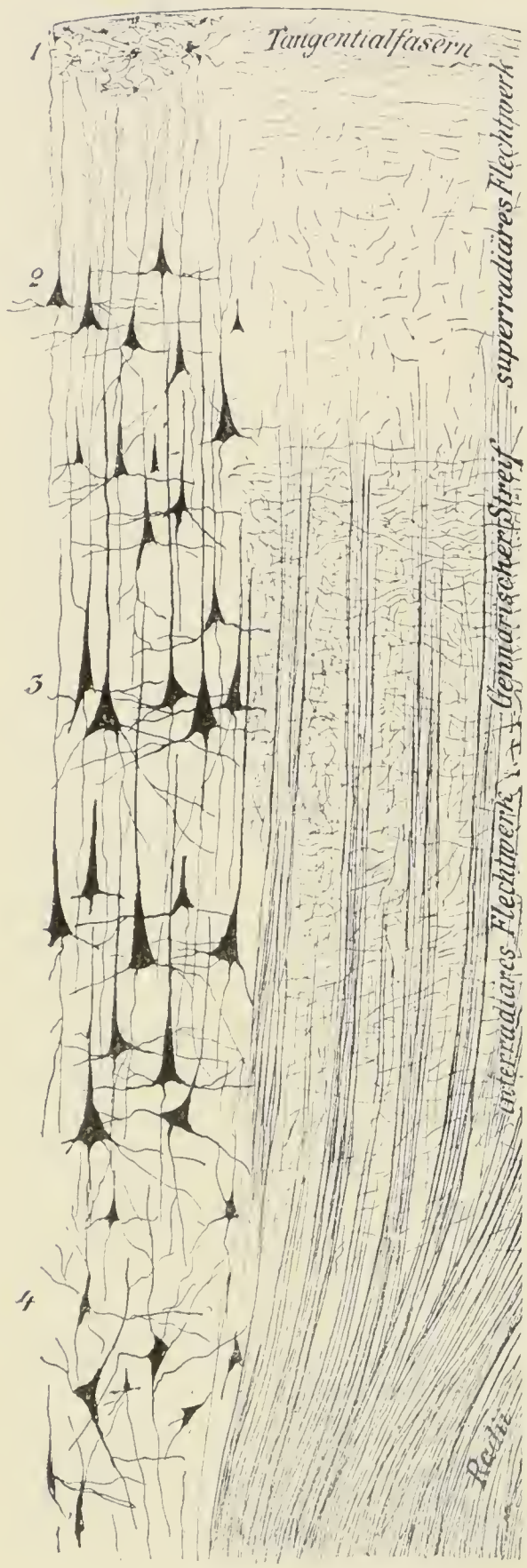


Fig. 155.

Schema eines Schnittes durch die Rinde einer Stirnwindung. Rechts nach einem mit Weigertschem Hämatoxylin gefärbten Präparate, links nach Präparaten, die nach Golgi mit Sublimat behandelt waren. Rechts sind nur die Fasern, links nur die Zellen deutlich. Der letzteren sind mehr vorhanden, als gezeichnet wurden. Da sich bei der Golgischen Methode auch Hohlräume um Zellen und Ausläufer erfüllen, so erscheinen die Zellen größer als sie wirklich sind.

Axenzylinder. Die Schicht der großen Pyramidenzellen ist im Stirn- und Scheitellappen die breiteste der Rinde. Die einzelnen Zellen sind um so größer, ihr Spitzenfortsatz um so länger, je tiefer die Zelle von der Oberfläche abliegt. Die vierte unter den Pyramiden liegende Zellage besteht wieder aus kleineren, nicht regelmäßig liegenden Zellen. Sie sind eingeklemmt zwischen der Masse in die Rinde eindringender Markfaserstrahlungen. Vielleicht ist es zweckmäßig, diese Lage noch in drei übereinanderliegende Schichten zu teilen, eine hauptsächlich aus „Körnern“ bestehende Lamina granularis, eine Schicht mit relativ großen Pyramidenzellen, Lamina ganglionaris, und eine ebensolche mit unregelmäßigen dreieckigen und spindelförmigen Zellen. Diese Einteilung hat für Zelluntersuchungen pathologischer Rinde ihre Vorteile.

Außer den erwähnten Pyramidenzellen gibt es noch in der Rinde eine große Masse kleinerer, in allen Höhen verteilt liegender polygonaler Zellen, deren Axenzylinder sich ungemein rasch völlig aufzweigt. In die Rinde dringt der Markstrahl, um sich da zu verzweigen. Behufs Verständigung bei pathologisch-anatomischen Untersuchungen unterscheidet man hier, s. Fig. 155 rechts, 1. Radii, Markstrahlen, 2. interradiäres Flechtwerk, zumeist aus zur Oberfläche parallelen Fasern bestehend, 3. superradiäres Faserwerk und 4. Tangentialfasern. An der Grenze zwischen dem superradiären und dem interradiären Flechtwerke verdichtet sich das letztere besonders stark. Diese überall auch mit bloßem Auge als

weißer Streif sichtbare Schicht ist namentlich im Bereiche der Cuneus so dicht, daß sie dort besonders leicht erkannt wird. Man bezeichnet sie als Gennarischen Streifen. Die Rinde um den Sulcus calcarinus ist durch eine so besonders mächtige Entwickelung dieses Flechtwerkes gekennzeichnet, daß sie auf allen Schnitten, siehe z. B. Fig. 176, ein weißes Band (Vicq d'Azyrscher Streifen) zeigt.

Die Nervenfasern in der Hirnrinde bekommen erst sehr spät ihr Mark. Es tritt im 8. Fötalmonate zuerst im oberen Scheitellappen und der hinteren Zentralwindung auf, im 1. Lebensmonat kommen hierzu einzelne Fäserchen in der vorderen Zentralwindung, später, im 2.—3., beginnt im Occipitallappen die Markbildung der Rinde. Es ist wahrscheinlich, daß diese Verhältnisse mit der Zeit in Beziehung stehen, in der der Mensch in den einzelnen Hirngebieten zu arbeiten beginnt, daß sich mit dem Erwerben von Sehvorstellungen z. B. die Rinde der Sehsphäre entwickelt. Im späteren Leben werden immer ausgedehnten Bezirke markhaltig. Man kann sich wohl vorstellen, daß der Mensch sich durch cerebale Arbeit neue Bahnen in diesem Sinne schafft, daß der vermehrten Leistungsfähigkeit, der Übung der Gehirnes, als anatomisches Substrat die Neubildung oder Verstärkung vorhandener Bahnen entspräche.

Eine möglichst genaue Kenntnis der Hirnrinde wird eben von allen Seiten mit Recht angestrebt. Bereits hat sich die Psychiatrie erfreulicher Erfolge zu rühmen, die bei solchen Studien herangereift sind. Ich erinnere nur daran, daß bei der progressiven Paralyse der Irren zunächst das Netz der Nerven in Schicht 1 untergeht, und daß dann sukzessive auch die Fasern in den tieferen Schichten bis in die vierte hinein schwinden. Ähnliches ist später für andere Psychosen nachgewiesen, und neuere Funde haben gelehrt, daß auch in den tieferen Teilen des Gehirns bei der Paralyse Schwund feiner Fasern zustande kommt. Derselbe wird, wie der Verlauf seiner Ausbreitung erschließen läßt, hier und da durch sekundäre Degeneration von in der Rinde bereits unterbrochenen Fasern bedingt. Dann besitzen wir treffliche Studien über die Zellveränderungen in der Rinde bei den verschiedensten Seelenstörungen und ebensolche über Veränderungen in der Neuroglia der Rinde bei bestimmten Erkrankungen.

Der ungeheure Eigenapparat der Rinde hat eine ganz besonders große Menge von Nervenfasern zur Verfügung, die ihn in sich verbinden. Nahe und ferne Stellen, Teile der anderseitigen Hemisphäre, alles ist von jeder Stelle der Rinde aus auf wohlbekannten Bahnen erreichbar.

Zunächst sind alle Windungen mit den daneben liegenden, auch mit weiter entfernten durch Assoziationsbahnen verbunden. Die kürzesten liegen der Rinde am nächsten und heißen Fibrae propriae, die längeren durchziehen weiter ab in verschiedenen Richtungen das ganze Gehirn, aber einige bestimmte Rindengebiete, der Stirnlappen z. B., sind an Stabkranzfasern ärmer, an inneren Assoziationsbahnen reicher als andere und überall im Gehirn ist die Summe der Assoziationsfasern sehr viel größer als die der Stabkranzfasern.

Die Verfolgung der kurzen Fibrae propriae zwischen zwei benachbarten Rindenbezirken ist, wenn man sich der Abfaserungsmethode bedient, nicht allzu schwer. Die Darstellung der Verbindungen weiter

voneinander liegender Rindengebiete ist viel schwieriger und führt gar leicht zu Kunstprodukten, welche nur zum Teile dem wirklichen Faserverlaufe entsprechen. Einigermaßen sicher sind nur wenige Züge zu verfolgen. So das Hakenbündel — Fasciculus uncinatus, das Bogenbündel — Fasciculus arcuatus, das untere Längsbündel — Fasciculus longitudinalis inferior, die Zwinge — Cingulum und wenige andere. Ihr Verlauf erhellt aus Fig. 157.

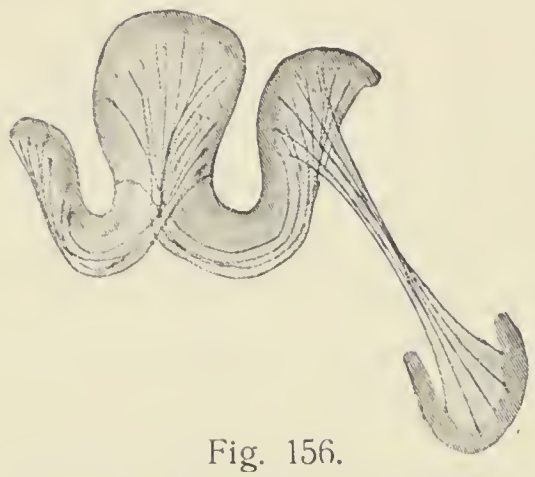


Fig. 156.
Schema der Fibriae propriae der Rinde.

Ein solcher Apparat ist, wie Sie sehen, durchaus geeignet, alle Teile des Gehirns untereinander in Verbindung zu bringen. Die mannigfachen Assoziationsvorgänge im Denken, in der Bewegung und der Empfindung, denen das Gehirn dient, finden möglicherweise hier ihr anatomisches Substrat.

Nicht unwahrscheinlich ist es, daß diese Fasern auch bei der Ausbreitung der epileptischen Anfälle eine wichtige Rolle spielen. Es ist möglich, bei Tieren durch Reizung einer Rindenstelle zunächst Zuckungen in den hierher

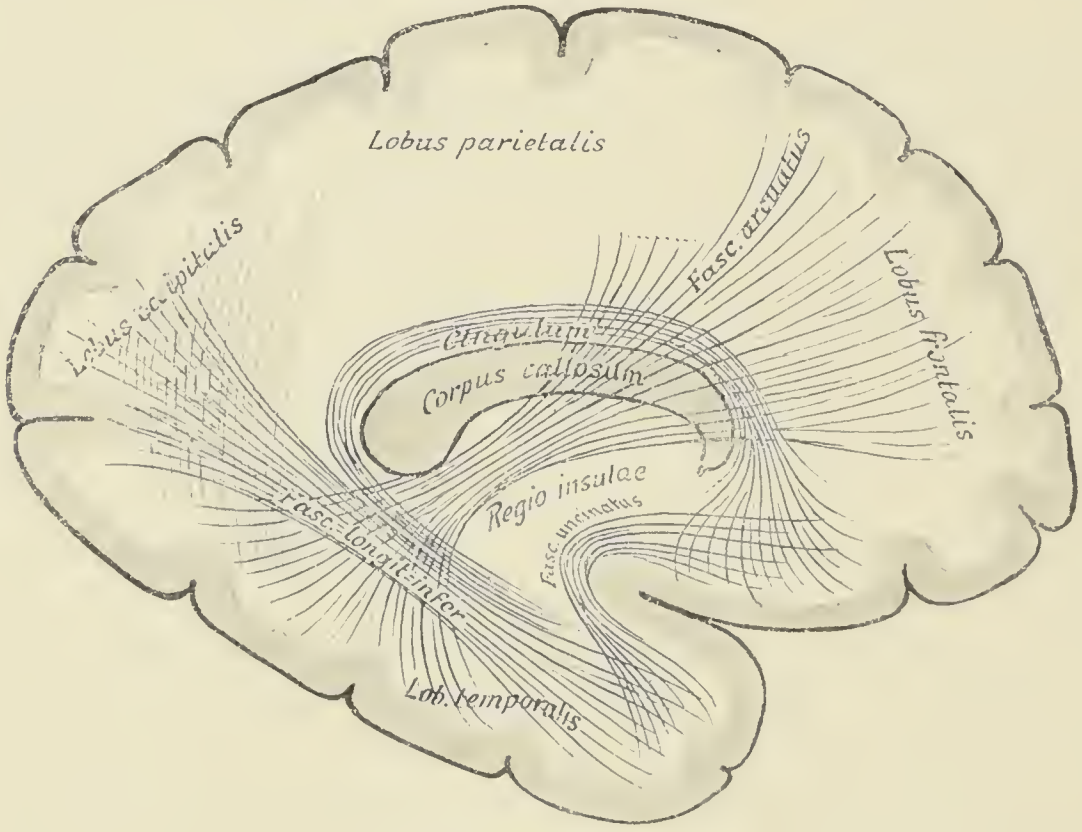


Fig. 157.
Schema des Verlaufes der langen Assoziationsbahnen.

gehörigen Muskeln, bei Steigerung des Reizes Krämpfe in der ganzen betreffenden Seite hervorzurufen, Krämpfe, deren Verlauf der Anordnung der betreffenden Zentren in der Hirnrinde entspricht. Bei der Ausbreitung dieses Reizes wird nie ein benachbarter motorischer Punkt übersprungen. Die Krämpfe befallen, wenn sie sich völlig über die eine Körperhälfte verbreitet haben,

unter Umständen (Intensität des Reizes, Disposition des Versuchstieres) die andere Hälfte.

Zu diesen Zügen, welche Teile einer Hemisphäre unter sich verbinden, kommen weiter Fasern, welche eine Hirnhälfte mit der anderen Hälfte verknüpfen, die Kommissuren. Wir müssen im Vorderhirn drei Kommissursysteme gut unterscheiden:

1. Die bereits früher besprochene Kommissur des Palaeencephalons, die Commissura anterior.

2. Die Kommissur des Archipalliums, das Psalterium, Fasern, die unter dem Balken zwischen beiden Ammonshörnern dahinziehen, auch gekreuzte Fornixbündel entlassen.

Fig. 158.
Mensch. Frontalschnitt. Balken, darunter das aus der Fimbria stammende Psalterium.

3. Die Kommissur des Neopalliums, den Balken. Seine Fasern verlaufen beim Menschen alle geschlossen, es gibt aber Tiere, bei denen sie sich den Fasern der Commissura anterior anschließen, so die meisten Beuteltiere. Sie verbinden gleichartige, aber auch einige ungleichartige Rindenstellen der beiden Seiten untereinander. Ihre Ausstrahlung in das Hinterhorn des Seitenventrikels heißt Forceps, die in das Unterhorn Tapetum. Beide sehen Sie gut auf der Abbildung Fig. 1, welche Sie sich aufsuchen müssen, weil da die Balkenstrahlung gut sichtbar abgefasert ist. Auf dem Schnitte der Fig. 158 sehen Sie ebenfalls die Balkenausstrahlung und gleichzeitig die darunter liegende des Psalterium, das sich aus den Ammonshörnen entwickelt.

Aus der Rinde kommt, und zu der Rinde tritt die mächtige Faserung, welche das Neencephalon mit den Einzelgebieten des Palaeencephalon verbindet. Sie heißt in ihrer Gesamtmasse Stabkranz, Corona radiata. Sie und die Fasern des Balkens, welche beide Hemisphären unter sich verbinden, machen die Markmasse des Gehirns aus.

Sie haben schon anläßlich der Beschreibung des Palaeenphalon die wichtigsten Züge der Stabkranzfaserung kennen gelernt, so daß ich Sie hier nur kurz daran zu erinnern brauche, wie aus dem Stirnlappen

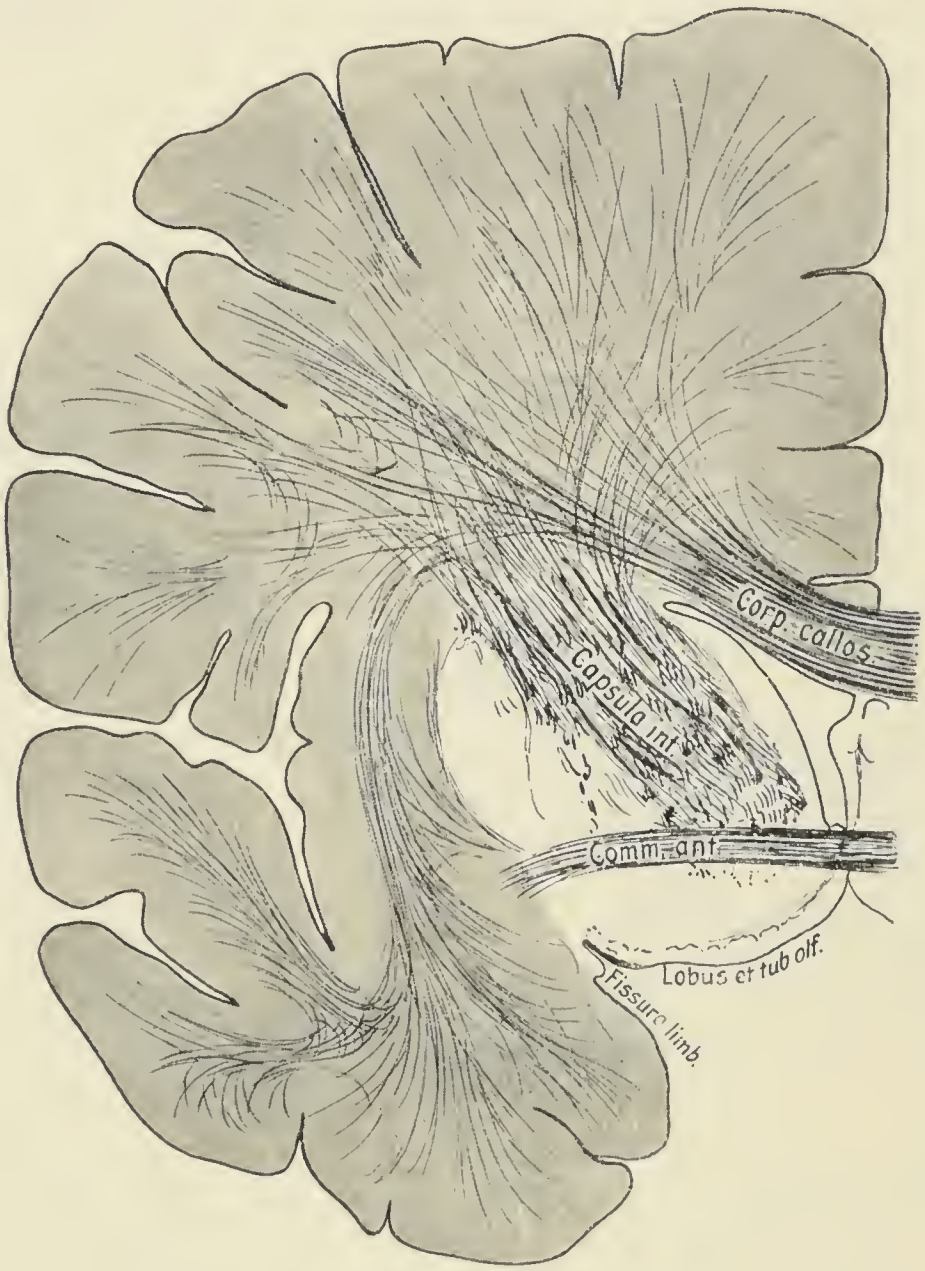


Fig. 159.
Das Großhirnweiß und seine Zusammensetzung.

und Schläfenhinterhauptslappen die Tractus fronto-pontini und temporo-pontini zur Brücke ziehen, wie aus der vorderen Zentralwindung die Pyramidenbahn sich zwischen diesen beiden zum Rückenmark hinab begibt, wie aus den primären Endstätten der Sehnerven die Tractus thalamo-corticales besonders zur Rinde des Cuneus, gelangen und wie aus dem Geniculatum mediale die tertiäre Hörstrahlung zum hinteren Teile der äußeren Schläfenwindung zieht. Vergleichen Sie auch Fig. 159. Zu den Kernen der beim Sprechen notwendigen Nerven in der Oblongata

gelangt die Sprachbahn, Tractus cortico-bulbaris. Ihr Ursprung in der Rinde der unteren Frontalwindung, ihr Verlauf durch das Marklager außen am Schwanze des Nucleus caudatus dahin und ihre Endigung in den betreffenden Kernen ist aus genau sezierten, klinisch beobachteten Fällen erschlossen. Zwischen all diesen Fasern liegen dann noch, von fast allen Stellen der Rinde herkommend, die Stabkranzfasern zu dem Thalamus und aus demselben, deren Strahlung Sie sich etwa so vorstellen können, wie Fig. 160 sie abbildet. Noch nicht erwähnt ist die aus der Gegend der hinteren Zertralwindung kommende Faserung zu den Endstätten der sensiblen Bahnen im ventralen Thalamus; diese sog. Haupenstrahlung durchzieht mit einigen Anteilen die Zwischenglieder des Nucleus lentiformis, ehe sie sich zum Thalamus wendet. Zum Ammonshorn geht das Bündel aus Lobus olfactorius und Lobus parolfactorius, die zentrale Riechbahn und aus ihm führt der Fornix zum Corpus mamillare.

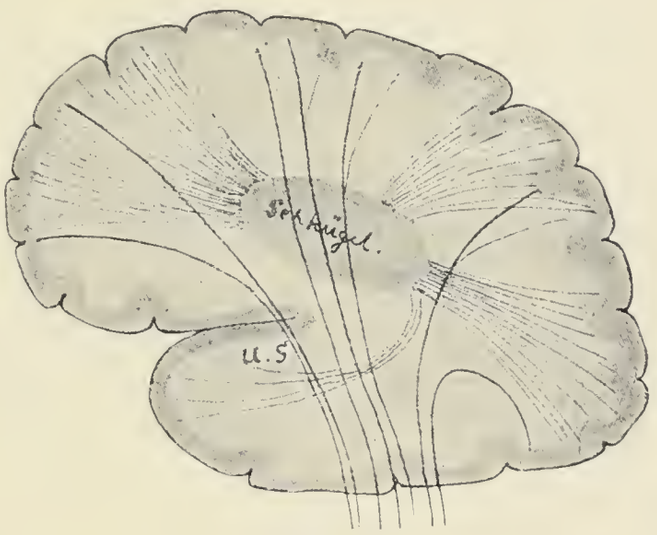


Fig. 160.
Schema der Stabkranzfaserung; der Stabkranz zum Thalamus besonders berücksichtigt. *U. S.* unterer Stiel.

Auf ihrem Wege nach abwärts treten die Stabkranzfasern in wichtige Beziehungen zu dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus. Sie konvergieren naturgemäß und gelangen so in den Raum lateral vom Thalamus. Die Fasern aus den vorderen Hirnteilen müssen, um dahin zu kommen, das Corpus striatum durchbrechen. An dem nachstehenden, horizontal durch das Großhirn gelegten Schnitte Fig. 161 wird Ihnen das klar werden.

Er ist etwa einen Finger breit unter dem in Fig. 38 gezeichneten angelegt. Sie müssen sich vorstellen, daß die beiden Halbkugeln der Hemisphären zum Teile abgetragen sind und daß deren Stabkranzfaserung in den knieförmig gebogenen weißen Streif der inneren Kapsel von oben her zog. Die Anteile der Kapsel aus dem Stirn- und Hinterhauptlappen fallen zum Teil in die Schnittebene. — Nur wenige Worte zur Erläuterung dieses Schnittbildes.

Stirnlappen, Hinterhaupt- und Schläfenlappen erkennen Sie sofort. Der letztere legt sich vor den Stammlappen und verbirgt so zum Teil die Insula. Wie in Fig. 38, sehen Sie vorn den quer abgeschnittenen Balken, ihm sich anschließend das Septum pellucidum, an dessen hinterem Ende die Fornixsäulen aufsteigen.

Vorn, lateral vom Septum, liegt der diesmal angeschittene Kopf des Nucleus caudatus. Sein Schwanz, der auf Fig. 38 längs dem Thalamus einherzog, ist nicht zu sehen. Er ist in der weggenommenen Hirnpartie enthalten. Nur ganz hinten lateral, nahe am Ammonshorne, sehen Sie noch ein Stück

von ihm. Die Fasermasse, welche den Schwanzkernkopf von dem Corpus striatum trennt, heißt vorderer Schenkel der inneren Kapsel. Hinter dem Nucleus caudatus geht der Horizontalschnitt natürlich durch den Thalamus, das Zwischenhirn. Vor diesem entsteigen die Fornixsäulen der Tiefe. Nach außen vom Thalamus liegt zwischen ihm und dem Striatum der

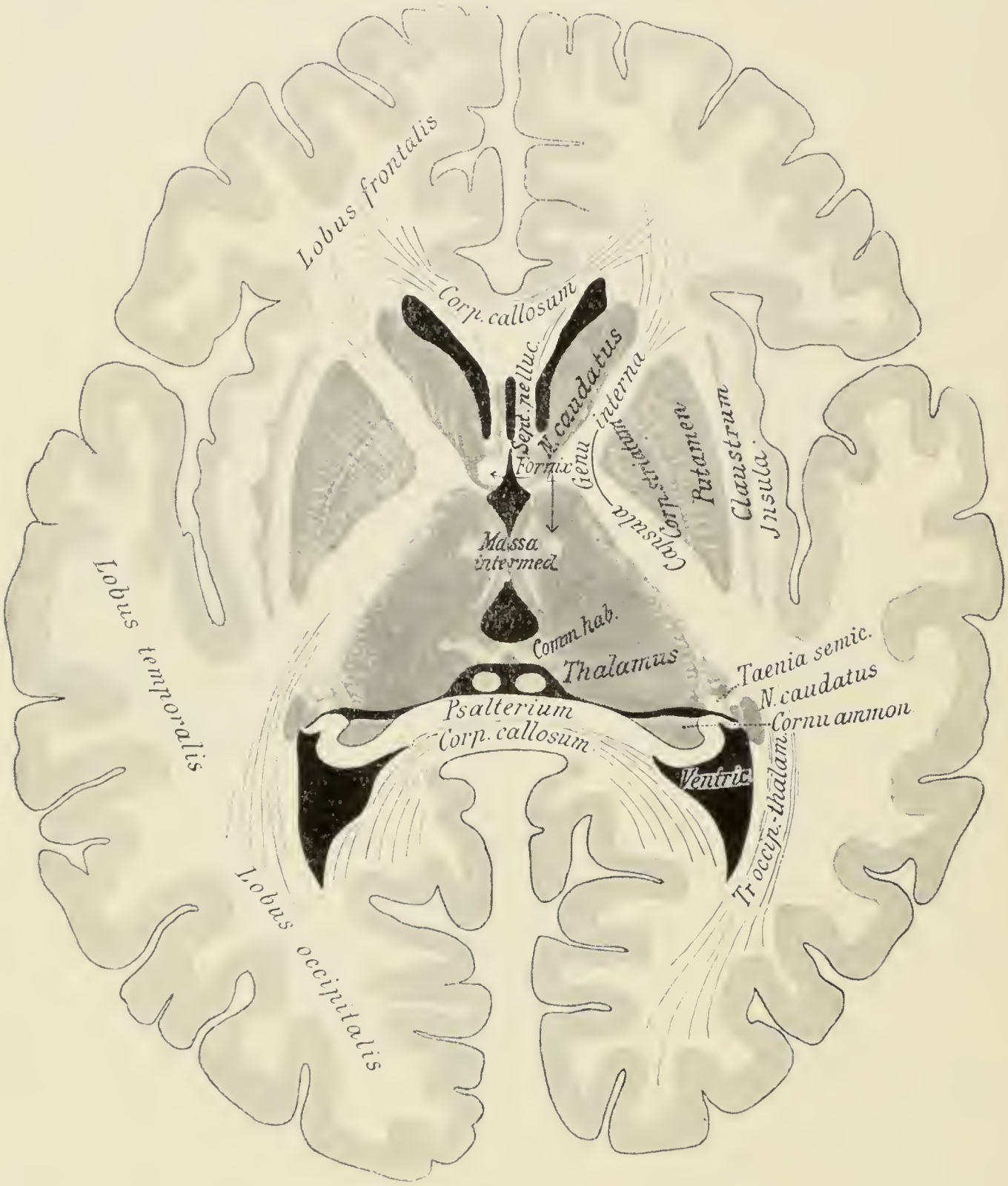


Fig. 161.
Horizontalschnitt durch das Gehirn, nach den Seiten etwas abfallend.

hintere Schenkel der inneren Kapsel. Die Stelle, wo beide Schenkel zusammenstoßen, hat man Knie der Kapsel genannt.

Prägen Sie die eigentümliche, im Winkel abgebogene Form der Capsula interna Ihrem Gedächtnisse wohl ein. Die Lage der einzelnen Stabkranzteile zu den beiden Winkeln ist annähernd konstant und klinisch wichtig.

Der Stabkranz hat nur die Funktion, den Eigenapparat des Neencephalon mit den Eigenapparaten des Palaeencephalon zu verbinden. Seine Unter-

brechung läßt die Arbeit jedes einzelnen der beiden Teile (theoretisch) intakt.

Die Funktion des zu dem Thalamus gehenden Stabkranzanteiles ist bis auf diejenige des zu den primären Zentren des Sehapparates und des zu den Endstätten der sensiblen Bahnen verlaufenden Anteiles noch unbekannt. Besser sind wir über den Stabkranz zum Rückenmarke und zu den motorischen Zentren der Oblongata orientiert. Wird der erstere beim Menschen unterbrochen, dann bleibt für die Übertragung des in der Rinde Geleisteten auf die Bewegungsapparate der Extremitäten zwar noch eine Bahn via Thalamus zum roten Kerne und von da zum Rückenmarke, aber diese reicht erfahrungsgemäß beim Menschen nicht aus, eine allerschwerste Beeinträchtigung der Funktion zu verhüten. Die Kranken verlieren die Fähigkeit, die an sich nicht gelähmten Glieder zu den erlernten Bewegungen zu gebrauchen. Sie können — wenn auch unbehilflich — noch gehen, ihren Arm etwas bewegen, aber sie können keinerlei feinere Bewegungen mehr ausführen. Ein Mensch bezeichnet sich in dieser Lage mit Recht als lahm. Besonders interessant sind die Erscheinungen, welche auftreten, wenn die Stabkranzfasern aus der Sprachrinde zu dem Sprechmechanismus in der Oblongata unterbrochen werden. Dann verlieren die Patienten nicht den Wortbegriff, die Rinde ist ja erhalten, aber sie können doch nicht mehr sprechen. Sie sind aphasisch bei erhaltenem Sprachvermögen. Dabei können aber gelegentlich Erregungen, vielleicht via Thalamus, noch passieren. Ein Patient, mit Vernichtung der Bahn zwischen Facialiszentrum und Oblongata hatte nur eine minimale Schwäche des gekreuzten Antlitznerven, aber er konnte nicht mehr pfeifen, die Lippen spitzen, lachen, grimmassieren, wenn man ihn dazu aufforderte. Wohl aber war das alles an sich möglich, wenn er ohne besondere Absicht, rein instinktiv etwa, lachte, grimmassierte. Hier bestand eine physische Apraxie im Gebiete des Facialis, der aber — wahrscheinlich vom Thalamus her — noch gut innerviert wurde.

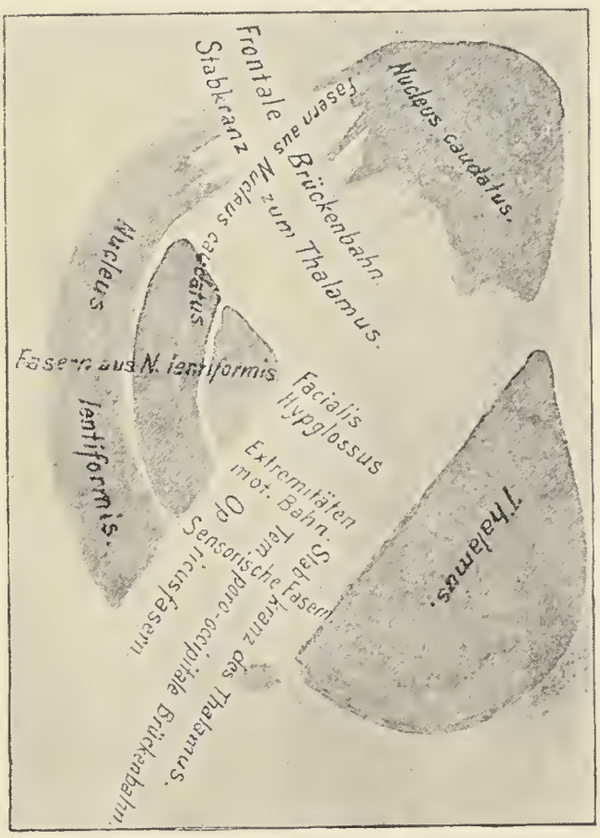


Fig. 162.
Schema der linken Capsula interna, in welches die Lage der meisten Faserzüge, welche in sie eingehen, eingeschrieben ist.

Zerstörungen des Markweißes geben nicht immer sichere Lokalzeichen. Namentlich bleiben Herde, die nicht im Marklager unter den Zentralwindungen liegen, oft symptomlos, d. h. Herde, welche die Rindenbrückenbahnen treffen. Herde aber, welche die Pyramidenbahn treffen, erzeugen Lähmung der gekreuzten Körperhälfte. Erkrankungen im Marklager unter der unteren Stirnwindung führen oft zu Aphasie. Auch sind eine Anzahl Fälle bekannt, die es sehr wahrscheinlich machen, daß Unterbrechung der Haubenstrahlung zu halbseitigen Sensibilitätsverluste führen kann. Schmerzen, welche nach Apoplexien auftreten, können zuweilen durch Nachbarschaft von Erkrankungsherd und Haubenstrahlung erklärt werden.

Es scheint ziemlich sichergestellt, daß Erkrankungen, welche die Gegend

hinter dem Knie der Kapsel treffen, resp. die Fasern dort leistungsunfähig machen, die Bewegungsfähigkeit der ganzen gekreuzten Körperhälfte aufheben, daß Herde, die in den beiden letzten Dritteln des hinteren Schenkels sitzen, die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstören oder doch sehr beeinträchtigen. In den meisten Fällen leidet auch der Gesichtssinn Not und wahrscheinlich zuweilen auch das Gehör. Die Störung des Gesichtssinnes tritt in Form der Hemiopie auf.

Wenn Sie bedenken, daß, wie ich wiederholt erwähnte, alle Fasern radiär von der Rinde nach der Kapsel zusammenstrahlen, so wird es Ihnen leicht begreiflich sein, daß in der Kapsel schon kleine Herde dieselben Symptome machen können, wie größere im Centrum semiovale oder noch ausgebreitetere in der Rinde. Hier liegen eben die Fasern enge beisammen, die dort über einen größeren Raum ausgebreitet sind (Fig. 163). Beispielsweise wird ein sehr ausgedehntes Rindengebiet (beide Zentralwindungen und die dicht an sie grenzenden Partien der Stirn- und Parietalwindungen) ausfallen müssen, wenn komplette gekreuzte Hemiplegie entstehen soll. Im Centrum semiovale dürfte

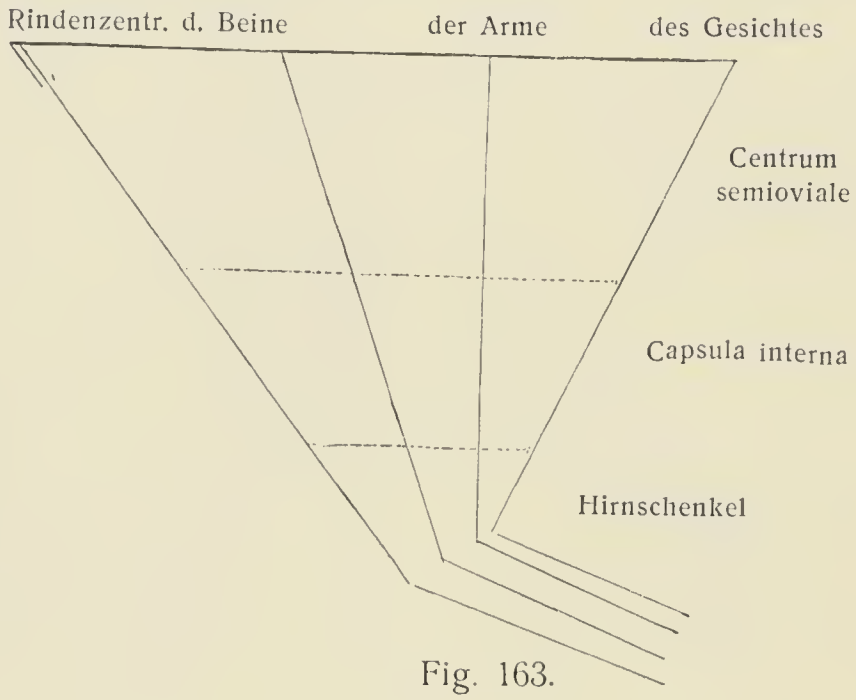


Fig. 163.

schon ein kleiner Herd im Marklager unter den Zentralwindungen denselben Effekt haben. In der inneren Kapsel aber reicht die Zerstörung einer kleinen Stelle im hinteren Schenkel allein aus, um den Symptomenkomplex hervorzurufen. Bei Hemiplegien wird man deshalb immer zunächst an Herde, die der inneren Kapsel benachbart sind oder in ihr liegen, denken, wenn nicht andere Symptome ganz direkt auf andere Hirngebiete hinweisen. Hemiplegien nach Rindenherden sind sehr selten, Hemiplegien, die vom Mittelhirne oder von noch tiefer liegenden Stellen ausgehen, noch viel seltener und meist mit Hirnnervensymptomen verknüpft, welche auf ihren Sitz hinweisen.

Andererseits lehrt uns die anatomische Betrachtung und die klinische Erfahrung, daß cerebrale Affektionen einzelner Körperteile, einer Hand z. B., nur sehr selten von Herden in der Kapsel erzeugt werden, eben weil da die Fasern bereits so dicht zusammengeflossen sind, daß ein Erkrankungsherd kaum einzelne isoliert treffen kann. Wohl aber entstehen nicht allzu selten von der Rinde aus Monoplegien und Monospasmen. Dort kann ein Herd schon relativ groß sein, ehe er ein benachbartes Zentrum trifft. Das vorstehende Schema wird Ihnen das Gesagte leicht einprägen. Es zeigt, warum Monoplegien häufiger von der Rinde, Hemiplegien häufiger von tiefer gelegenen Hirnteilen ausgehen, denn man sieht auf den ersten Blick, daß ein Herd von bestimmter

Länge in der Rinde leicht nur ein Zentrum, weiter unten die Fasern aus vielen Zentren treffen kann.

Die Lehrbücher der Nervenkrankheiten geben Ihnen für alle diese Dinge Beispiele genug. Ich möchte Ihnen nur gezeigt haben, wie man, auf das anatomisch Bekannte gestützt, an sie herantreten kann, wie vieles von dem, was wie ein unentwirrbarer seelischer Gesamtkomplex erscheint, sich klärt, wenn man versucht, auf anatomisch und physiologisch gewonnene Erfahrung gestützt, die Teilelemente zu ermitteln.

Siebzehnte Vorlesung.

Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Aufbau des Nervensystemes und seiner Tätigkeit?

Es würde hier zu weit führen, auf die ungeheure Anzahl von Untersuchungen einzugehen, die uns mit aller Sicherheit jetzt gezeigt haben, daß bei allen Tieren das Palaeencephalon der Apparat ist, der Reize aufnimmt und sie mit Bewegungen ganz bestimmt vorgebildeter Art so beantwortet, daß die zweckmäßigen und für das Leben wichtigsten Bewegungen zwangsmäßig zustande kommen, wenn die Umstände, die sie hervorrufen, gegeben sind. Die ganze Rückenmarkphysiologie handelt von Nichts anderem. Das Urhirn arbeitet so maschinenmäßig, daß wir da, wo es allein vorhanden ist, mit aller Sicherheit voraussagen können, was das Tier tun wird, wenn ihm eine bestimmte Rezeption zugeführt wird. Sein Apparat liegt allen Bewegungen zugrunde. Er ist von einer Maschine nur dadurch unterschieden, daß er durch lange Einwirkungen in mäßigem Grade zu einigen Veränderungen seiner Leistung gebracht werden kann.

Durch sorgsame Beobachtung und durch Enqueten bei Beobachtern ist ermittelt, daß die rindenlosen Fische und die Amphibien, welche ja nur Spuren einer Rinde besitzen, für ihre Handlungen vollkommen von voraus festgelegten Reizen abhängen. Auf den gleichen Reiz erfolgt immer die gleiche Bewegung. Neue Bewegungen werden nie geschaffen, aber es können in geringem Grade die ererbten Bewegungen an neue Reize geknüpft werden. Sind z. B. die Angelköder richtig gewählt, richtig vorgeworfen und der Fisch in entsprechender Disposition, was von der früheren Nahrungsaufnahme und dem Wetter abhängt, dann muß das Tier anbeißen. Aber die Tiere, welche regelmäßig gefüttert werden, können an eine besondere Art des Fütterns oder an einen anderen Fütterer gewöhnt werden.

Das Palaeencephalon leistet alle Sinnesrezeptionen und Bewegungskombinationen. Es vermag einzelne neue Relationen zwischen beiden zu knüpfen, aber es vermag nicht Assoziationen zu bilden, Erinnerungsbilder aus mehreren Komponenten zu schaffen. Es ist der Träger aller

Reflexe und vieler Instinkte. Fortbewegung und Haltung, Abwehr, Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung und vieles andere, das alles sind Leistungen des Urhirnes.

Sowohl die Erfahrungen an Tieren mit völlig isoliertem Urhirn als die Angaben von Menschen, denen durch eine Erkrankung das Rückenmark von den übrigen Teilen des Nervensystems abgetrennt war, machen es überaus wahrscheinlich, ja fast sicher, daß, wenn nur ein Urhirn vorhanden wäre, wir nichts von unsern Empfindungen oder Bewegungen erführen. Ich sah eine Frau, deren Rückenmark durch Wirbelcaries total abgeklemmt war, gebären und dabei alle charakteristischen Bewegungen und Stellungen einnehmen, ohne daß sie von dem sonst so schmerzhaften Vorgange das geringste empfunden hätte. Ja, es wurde nur ganz zufällig der Geburtsakt entdeckt, welcher bereits begonnen hatte, als man an dem Bett zu hantieren hatte. Diese Patientin hat mich wiederholt versichert, daß ihr von diesem ganzen palaeencephalen Vorgange absolut nichts bekannt wurde. Nichts überschritt die Stelle des Bewußtseins. Alle diese Kranken geben ausdrücklich an, daß sie in dem Körperteil, der von dem abgetrennten Nervensystem versorgt wird, absolut nichts mehr empfinden, und daß sie nichts von Bewegungen wissen, die durch zugeführte Reize erzeugt werden. Erregt man bei ihnen durch Stechen in die Fußsohle ein Zurückziehen des Fußes, so spüren sie weder den Stich noch die Bewegung. In der gleichen Lage dürfte der siebenmonatige Embryo sein, bei dem noch keine Verbindung zwischen Palaeencephalon und Neencephalon besteht, und auch der Neugeborene wird schwerlich viel anders wahrnehmen, weil er noch keinen fertigen Rindenapparat besitzt.

Die allein oder fast allein mit dem Urhirn arbeitenden Tiere bleiben durch viele Sinneseindrücke unaffiziert, auf die wir nach unseren Erfahrungen, ja auch nach unseren Kenntnissen von den tierischen Sinnesorganen, irgendeine Antwort durch Bewegung erwarten dürfen. Eine Eidechse, die auf das leise Krabbeln eines Insektes im Grase hinhört, bleibt, wie mir eigene Versuche gezeigt haben, völlig ruhig, wenn man dicht über ihrem Kopfe auf einen Stein schlägt, wenn man laut schreit, singt, lärmt; nie flieht dabei das Tier, das doch so scheu ist, daß ein unerwartetes Beschatten, eine geringe Erschütterung durch meinen Tritt es zum Verschwinden bringt. Es verbindet eben mit dem neuen Geräuche, das es biologisch sonst nie trifft, so wenig, wie mich etwa eine chinesisch geschriebene Warnungstafel vor einem Abgrund retten könnte. Ihm fehlt ja noch ganz der Apparat, neue Erregungen sofort auf die altererbten Bewegungskombinationen zu übertragen. Fische und auch Frösche gelten vielfach für taub, weil sie auf Stimmgabeln usw. nicht „reagieren“. Es läßt sich aber zeigen, daß sie wohl Töne recipiren, sobald man die adäquaten Reize anwendet. Mit den neuen haben sie noch keine Relationen geknüpft.

Durch die Trennung palaeencephaler Bewegungen von neence-

phalen Handlungen gewinnen wir also für die Sinnesphysiologie ganz neue Gesichtspunkte und Fragestellungen.

Es wäre zweckmäßig und für die Einigung in der vergleichenden Psychologie von Nutzen, wenn wir bei Leistungen des Palaeencephalons nicht von Wahrnehmungen und Handlungen, sondern von **Rezeptionen** und **Motus** sprächen und das dazwischen Liegende nicht mit Assoziation, sondern mit Schaffen von **Relationen** bezeichneten.

Das Palaeencephalon entsendet nun bei den Säugern aus sehr vielen seiner Teile Fasern in den mächtigen Apparat der Hirnrinde, der mit seinen unzähligen Zellen und assoziierenden Bahnen ein sehr wesentliches Mehrkönnen ermöglicht. Alle sensiblen und Sinnesnerven, die bei niederen Vertebraten ihre letzten Verbindungen nur bis zum Mittelhirn und Thalamus vortrieben, erreichen nun durch Fasern aus dem Thalamus zur Rinde die Rinde und zu den wenigen bisher vorhandenen Verbindungsmöglichkeiten treten nun unzählige. Aus dem Rindenapparat entspringende Bahnen können auf das Palaencephalon übertragen, was in der Rinde zustande kam, können das Effektorische des Nervensystemes anders, komplizierter gestalten.

Mit dem Auftreten der Hirnrinde zeigt sich, bei den Reptilien zuerst, die Fähigkeit, die Außenwelt zu beobachten, zu untersuchen und damit die Fähigkeit, auf einzelnen Gebieten wenigstens kombinierend die Handlung einzurichten. Während der Frosch den Regenwurm, der ihn durch seine Bewegung zum Zuschnappen veranlaßt, nicht mehr packt, sobald er ruhig liegt, sehen wir die Schlange der Geruchsspur einer Maus, die sie eben gejagt hat, überallhin nacheilen. Sie sucht züngelnd sehr deutlich. Vögel, die eine gute Rinde und besonders eine deutliche Sehstrahlung haben, finden optisch ihren Weg, sie lassen sich durch optische, nur assoziativ erkennbare Eindrücke locken oder scheuchen (Vogelscheuchen). Sie sichern vor dem Niederlassen vorsichtig nach allen Seiten und lernen bald ihre Feinde kennen. Für vieles zeigen sie ein deutliches Gedächtnis. Man kann sie auch zuerst in der Tierreihe zu allerhand abrichten, sie vieles lehren.

Untersuchungen, die mich jahrelang beschäftigt haben, ermöglichen es jetzt, mit Sicherheit auszusagen, daß die älteste Rinde sich zunächst mit den Teilen des Palaeencephalons verknüpft, welche dem Geruch und dem Oralsinn dienen, und daß erst ganz allmählich sich andere Rindengebiete ihr zugesellen. Die Rinden-Riechapparatbahn ist die älteste Verbindung, welche das Neencephalon mit einem Sinnesapparate einging. Das Rindenzentrum des Riechapparates erreicht bei den Säugern seine höchste Ausbildung. Hier entwickeln sich in ihm zahllose Assoziationsapparate, es vergrößert sich seine Oberfläche ganz enorm, und es kommt zur Abscheidung ganzer Lappen. Diese Hirnteile sind aufzufassen als hochorganisierte Zentren, die ihre Anregung zwar aus dem niederen, bei den Fischen isoliert vorhandenen Riechmechanismus

erhalten, aber durch ihren Bau zu ausgehnter Eigentätigkeit befähigt sind. Es addiert sich also in der Tierreihe zu dem niederen Apparate, allmählich an Ausdehnung zunehmend, noch ein höherer. Und in gleichem Maße gewinnt das Neencephalon physiologisch einen Einfluß auf die tieferen Zentren des Palaeencephalons, auf die Apparate, die bei Fischen und Amphibien noch isoliert arbeiten. Immmer mehr dieser Zentren gelangen allmählich in Beziehung zu dem großen Assoziationsapparate.

Aber erst bei den Säugern geraten, dafür spricht der physiologische Versuch, zahlreiche von den niederen Zentren geleistete Verrichtungen unter den gelegentlichen Einfluß der Großhirnrinde.

Für die durch das Neencephalon ermöglichte Art des Erkennens auf kombinierendem Wege schlage ich den Namen **Gnosis** und für die darauffolgenden Handlungen den Namen **Praxien** vor. Für das dazwischen liegende sei der Name **Assoziation** vorbehalten.

Während also die palaeencephalen Handlungen, die Receptiones und Motus bei Mensch und Tieren weiter bestehen — alle Bewegungen des Neugeborenen gehören dahin — gesellt sich zu ihnen mit dem Auftreten der Hirnrinde die Fähigkeit zur Gnosis und zur Praxie. Diese kann bei Untergang einzelner Hirnrindenteile ebenso wieder verloren gehen wie sie gekommen, dann entsteht Agnosie und Apraxie für alle oder einzelne Handlungen.

Zahllos sind die Beobachtungen, welche an ganz oder teilweise entrindeten Tieren gemacht worden sind. Im wesentlichen bleibt erhalten, was die Fische schon haben. Die Leistungen des Palaeencephalons sind aber bei Tieren, die einmal einen Teil ihrer Verrichtungen unter Inanspruchnahme einer Rinde ausführen gelernt, doch gestört, mindestens vorübergehend gestört, wenn man die Rinde wegnimmt. Der niedere Apparat verliert etwas von seiner Selbständigkeit. Schraders Falken, die mit noch ganz unentwickeltem Großhirn schon Mäuse gekrallt hatten, verloren diese Fähigkeit für lange Zeit, als man ihnen die Hemispähren genommen hatte. Der Hund, dem Goltz beide Hemisphären abgetragen hatte, war sehr viel unbehilflicher als ein neugeborener Hund mit unentwickelter Rindenfaserung. Zweierlei könnte hieran schuld sein. Es kann von der Narbe eine Hemmung ausgehen, welche den niederen Apparat stört, es kann aber auch, darauf weist das Verhalten des Menschen und der Affen hin, eine wechselnde Wertigkeit in der Inanspruchnahme der Rinde bestehen. Die meisten Säuger kann man durch Rindenverletzungen in der Bewegungsfähigkeit nicht dauernd beeinträchtigen oder doch nur sehr gering schädigen, der Mensch aber verliert, wenn die gleichen Rindenpartien untergehen, wirklich und dauernd die Fähigkeit, die mit jenen verbundenen Gliedmaßen richtig zu gebrauchen, er ist praktisch lahm, vielleicht weil er vorwiegend neencephal arbeiten gelernt hat. Für alle niederen Vertebraten und noch für manche Säuger scheint zum

Sehen der optische Endapparat auszureichen, beim Menschen aber führt schon Verlust der aus diesem zur Rinde gehenden Faserung zur Blindheit. Blutungen in den Occipitallappen machen ihn dauernd blind; die Abtragung dieser Hirnteile hat beim Hunde nur eine schwere Beeinträchtigung des Sehens zur Folge.

Aus all diesem dürfen wir zunächst schließen, daß bereits in dem Palaeencepalon schon gewisse Komplexe niederer Ordnung entstehen, die den elementaren Verrichtungen des Körpers dienen und es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Komplexe schon als Ganzes der Rinde übermittelt werden.

Die Rinde ist ein mächtiger, in sich geschlossener Apparat, welcher, über die Zentren des Palaeencephalons gelagert, diese beeinflussen kann.

Im wesentlichen wissen wir, daß von der Rinde ausgehende Reizungen einzelne Abschnitte des tieferen Apparates zu Tätigkeit veranlassen, daß etwa von einzelnen Rindenzentren aus bestimmte Bewegungen durch Reizung erhalten werden können. Auch wissen wir, daß solche Reize, innerhalb der Hemisphäre weitergeleitet, andere Rindengebiete und von diesen aus andere tiefere Zentren erregen können. Dann ist es bekannt, daß Rezeptionen des Sinnesapparates die Rinde erreichen, und daß Störungen der Rinde dieser sensorischen Gebiete mehr oder weniger schwere Ausfallerscheinungen in der Wahrnehmungsfähigkeit des betreffenden Sinnesgebietes erzeugen. Meist handelt es sich darum, daß dann die empfundenen Gegenstände nicht als solche erkannt werden. Schließlich wissen wir, daß von der Rinde Hemmungen ausgehen, daß ihre einzelnen Teile nicht nur erregend zu Tätigkeit, sondern auch hemmend auf Erregungen wirken können, die entweder von der Rinde selbst ausgehen oder auch nur von tieferen Zentren her entstehen. So kann man z. B. durch Reizung der Rinde Körperteile zur Bewegung bringen und ebendadurch innerhalb der erregten Teile einzelne Muskeln, die Antagonisten der betreffenden Tätigkeit, erschlaffen lassen. Offenbar übt die Rinde als Ganzes auf die kombinierten Bewegungen, welche prinzipiell von dem Palaeencephalon geleistet werden, vielfach Hemmungen aus. Die älteste hier bekannte Tatsache ist, daß viele Rückenmarkreflexe leichter zustande kommen, wenn das Großhirn vorher weggenommen wird. Auch auf höherem seelischen Gebiete läßt sich derlei leicht beobachten. Ohne Bedenken springt ein Mensch über einen meterhoch gespannten leichten Faden; wird der aber durch eine feste Barriere ersetzt, so treten — im seelischen Apparat verlaufende — Hemmungen ein, der Sprung gelingt nicht. Der Hund, der leicht über den Stock springt, springt nicht über die Peitsche.

Wollen wir also den Gesamteffekt einer vermuteten Hirnläsion studieren, so haben wir nicht nur mit Reiz- oder Ausfallerscheinungen, sondern auch mit Hemmungserscheinungen zu rechnen.

Störungen, welche den normalen Aufbau und das normale Funk-

tionieren der Hirnrinde treffen, erzeugen beim Menschen je nach der Stelle, wo sie sitzen, verschiedene Symptome. Es sind bislang schon mehrerere hundert gut beobachtete Fälle von Rindenerkrankung bekannt. Die relativ einfache Vorstellung, daß in diesem Rindengebiet diese, in jenem jene Funktion lokalisiert sei, hat der strengen Kritik nicht Stand gehalten. Gewiß fallen bei Erkrankung der hinteren Zentralwindung die Lagevorstellungen der Glieder aus und es entsteht dadurch eine besondere Form der Unbehilflichkeit und gewiß leidet die Sicherheit der Bewegungen außerordentlich bei Ausfall der vorderen Windung, ebenso wie bei Ausfall der Rinde in der Calcarinagegend Sehstörungen und bei solcher der oberen Temporalwindungen gewisse Störungen des Hörverständnisses auftreten. Darüber berichten ja alle Lehrbücher der Neurologie ausführlichst. Aber so gut wie immer sind selbst bei kleinen Läsionen in den erwähnten Gegenden viel bedeutendere Störungen da. Die Unterbrechung der Rindenzüge aus den Zentralwindungen führt ja beim Menschen zu halbseitiger Lähmung, die Zerstörung der Rinde am medialen Occipitalpole zu Seelenblindheit und außerordentlich häufig folgt auf Temporallappenerkankung Worttaubheit. Ausfall der Rinde der Brocaschen Windung hat ganz gewöhnlich Verlust der Sprache zu Folge. Diese „gewöhnlich eintretenden Symptome“ ermöglichen ja die Diagnose des Krankheitsherdes so sicher, daß der Chirurg ihn finden und gelegentlich entfernen kann. Aber diesen Erscheinungen gegenüber steht die zweifellose Beobachtung, daß alle diese weiteren schwereren Erscheinungen sich oft unglaublich schnell zurückbilden, obgleich von einer Heilung der Rindenerkrankung gar keine Rede sein kann. Schließlich gibt es merkwürdige Beobachtungen, wonach von minimalen Verletzungen einer Rindenstelle relativ ausgedehnte Störungen an ganz anderen Rindengebieten ausgehen.

Irgendein Schnitt durch das Großhirn zeigt uns, daß an jeder Rindenstelle Bahnen zu vielen anderen Teilen des Nervensystemes und Verbindungsbahnen zu anderen Rindengebieten liegen. Jede Störung da könnte also durch irgendeine Fernwirkung einen ganzen Komplex von Bahnen unterbrechen oder doch beeinflussen. Auf diese Fernwirkungen, die er als Hemmungen auffaßt, hat Monakow, frühere Andeutungen von Goltz geistreich durcharbeitend, unsere Aufmerksamkeit gelenkt. Der Reiz einer Rindenstelle oder ihre Zerstörung hat eine Wirkung, die sich aufspaltet und weithin verbreitet. Diese „Diaschisis“ ist Ursache, daß die Symptome uns so ausgedehnt erscheinen. Ihretwegen hat in seltenen Fällen Zerstörung der vorderen Zentralwindung nur relativ unansehnliche Folgen, während in den allermeisten sie via Pyramidenbahn eine Art Hemmung im gekreuzten Rückenmarke und dadurch eine halbseitige spastische Lähmung erzeugt; die Diaschisis wirkt bis in die Rückenmarkzentren hinein.

Durch genaue Analysierung der bekannten Krankheitsfälle läßt sich feststellen, daß bei Erkrankung des oberen Teiles beider Zentral-

windungen und des Parazentrallappens vorwiegend in dem gekreuzten Beine Bewegungsstörungen auftreten, und daß solche in der Oberextremität namentlich durch Erkrankung etwa des mittleren und eines Teiles des oberen Drittels der betreffenden Windungen erzeugt werden können. Lateral von der Armregion liegen Rindengebiete, die auf die primären Apparate für die Antlitz-, die Zungen- und die Kehlkopfbewegungen einwirken können. Auch für die Rumpf- und Nackenmuskulatur, für die zu Augenbewegungen und für die zum Sprechen nötigen Kerne sind Rindenfelder vorhanden. Von einem Punkte, der wahrscheinlich im oberen Teile der hinteren Zentralwindung liegt, ist die Blasenfunktion zu beeinflussen.

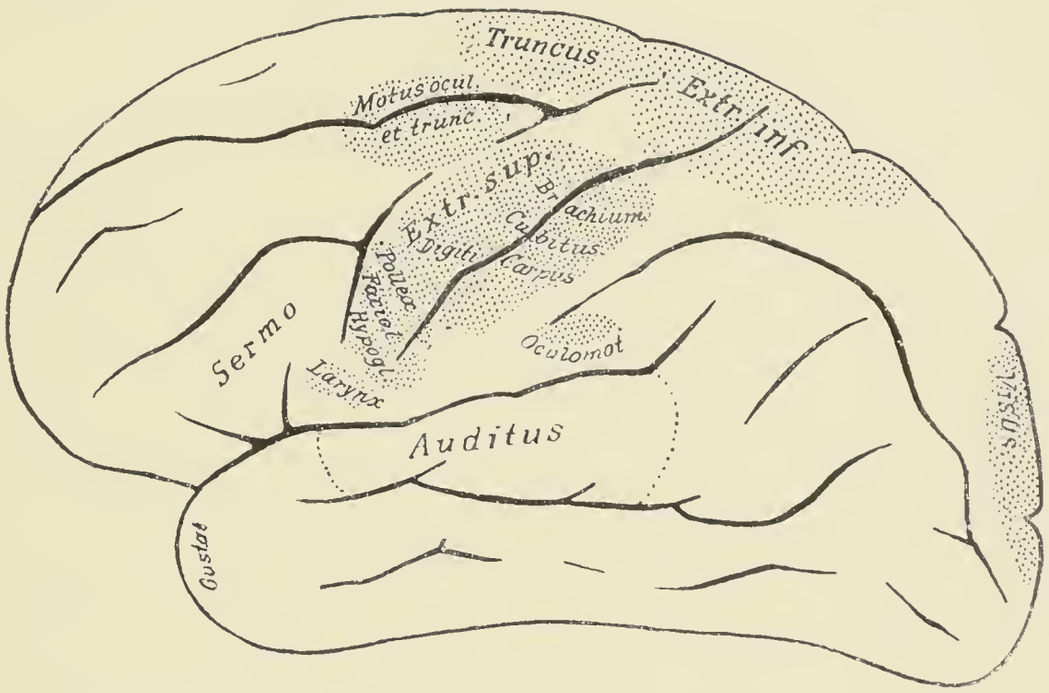


Fig. 164.
Die bis heute bekannten Projektionsfelder der Rinde. In dem Raum von „Oculomotorius“ bis „Facialis“ liegt das Orbicularizentrum. Das Blasenzentrum ist im kaudalsten Abschnitt von „Extr. inf.“ zu suchen.

Fallen diese Zentren aus, sei es daß sie zerstört werden oder daß die von ihnen kaudalwärts führenden Bahnen unterbrochen werden, so tritt niemals so komplette Lähmung ein, wie sie etwa durch den Untergang der palaeencephalen Apparate — des Rückenmarks z. B. — erzeugt wird. Man beobachtet gewöhnlich nur Unvermögen zu mannigfachen erlernten Verrichtungen. Manchmal können die Kranken solche wieder neu lernen, ein andermal spielt auch die Hemmung soweit mit, daß die Gesamtfunktion ausfällt.

Es sind oft genug auch Gefühlsstörungen nach Rindenherden beobachtet worden, aber diese sind immer eigener Art. Beim Menschen, der ja über seine Empfindungen Auskunft geben kann, hört man nach Rindenherden gelegentlich über Gefühle von Taubheit, Schwere usw. klagen, auch über allerlei abnorme andere Empfindungen, aber es zeigt ganz gewöhnlich die Untersuchung, daß bei erhaltenen Rezeptions-

vermögen im wesentlichen nur die Beurteilung des Gefühlten gestört ist. Agnosis. Das macht sich weniger im Gebiete der relativ einfachen Tasteindrücke geltend, als da, wo es auf die Beurteilung von feineren Rezeptionen ankommt, etwa bei denjenigen, die von den Muskeln, den Gelenken usw. ausgehen. Oft vermögen solche Patienten bei verbundenen Augen nicht mehr zu beurteilen, welche Gegenstände sie erfassen, ja welche Lage man ihren Gliedern gegeben hat. Wenn sehr ausgedehnte Bezirke der Rinde untergehen oder wenn Herde die gesamte Rindenleitung nach den tieferen Zentren unterbrechen, dann kann es zu so schweren Beeinträchtigungen des Beurteilungsvermögens kommen, daß die Patienten praktisch insensibel auf der zu den Herden gekreuzten Seite sind. Aber derlei Menschen zeigen dann noch eine ganze Summe anderer seelischer Störungen und sind deshalb schwer auf ihre Empfindungen zu prüfen.

In welcher Weise der Eigenapparat der Rinde arbeitet, darüber wissen wir noch sehr wenig. Die zahllosen Versuche am Tiergehirne haben uns einiges Grundsätzliche gelehrt, sie konnten aber, weil gerade auf psychischem Gebiete das Tier nur schwer Auskunft gibt, nicht wesentlich im Erkennen der Rindenfunktion voranhelfen. Die Tierversuche haben uns als allerwesentlichsten Gewinn die Tatsache der Lokalisation in der Rinde gebracht. Sie haben uns auch gelehrt, was die Rinde nicht leistet, was an anderen Stellen des Nervensystemes geleistet wird. Einblick in die wirkliche Rindenfunktion gibt viel eher die sorgfältige Beobachtung erkrankter Menschen.

Zuerst bemerkt man da, daß nach Rindenausfällen Agnosien auftreten.

Die Fähigkeit, solche Dinge zu erkennen, die erlernt und durch Heranziehung von Mehrfachem wieder zu erkennen sind, geht verloren, es kann das Verstehen der Sprache, der Musik, des gesehenen Bildes, der Schrift leiden, es können optische Agnosien die Orientierung im früher wohlbekannten Raume oder unter den wohlbekannten Dingen völlig unmöglich machen. Aber nicht die Verletzung kleinster Stellen, sondern den Untergang ganzer mit bestimmten Zentren zusammenhängender Assoziationsbezirke führt zu den schwereren Störungen dieser Art.

Die Agnosie lehrt, daß die Gnosis an die Hirnrinde gebunden ist, und eine Betrachtung der Gnosis selbst zeigt, daß sie völlig für sich bestehen, von unserer Intelligenz und Einsicht unabhängig verlaufen kann. „Lesen“ wir nicht Schrift und Noten oft genug, ohne daß wir über den Inhalt klar sind, ja sogar während wir anderes tun? Und lehrt uns nicht jeder Spaziergang, wieviel wir optisch agnostizieren, ohne daß wir uns dessen gleich bewußt werden! Bei jeder Sportübung, etwa beim Nehmen eines Grabens, beim Fang einer Balles, können wir beobachten, wie die Gnosis, welche das Abschätzen der Entfernung, die notwendige Einstellung der anzuwendenden Kraft

voraussetzt, völlig unterhalb der Bewußtseinschwelle verläuft und leicht wird man von geübten Reitern erfahren, wie sie sich erst spät bewußt wurden, daß sie mit Blitzschnelle ausbiegend, oder den Gang ihres Tieres ändernd, eine Gefahr vermieden haben. Bei zahlreichen Handlungen bemerken wir das gleiche. Es bedarf keiner Überlegung und keines mir bewußt werdenden Erkennens, um zu verhindern, daß ich meinen Arm in die vor mir stehende Wand bohre, ich verhalte mich aus alten Erfahrungen, die vielleicht auch nie klar in die Vorstellung kamen, der Wand gegenüber zweckentsprechend, ich weiche vor ihr zurück.

Die gnostischen Apparate vieler Tiere sind, wie die anatomische Untersuchung zeigt, vielfach viel größer wie die entsprechenden Zentren des Menschen und deshalb sind uns etwa das Pferd oder der Hund in vielen Wahrnehmungen und darauf basierten Handlungen bedeutend überlegen. Der enorm ausbildbare Spürsinn des Hundes erscheint uns noch als etwas kleines gegenüber der Wahrnehmungsfähigkeit des Pferdes, das geradezu die Gedanken seines Reiters zu lesen versteht aus den leisen Bewegungen, die jene immer begleiten. Ein guter Reiter auf gutem Rosse braucht kaum wirkliche Hilfe zu geben, und ein Zirkuspferd befolgt Bewegungen der Peitsche, die so leicht sind, daß sie Hunderten von Umsitzenden entgehen, mit der Ausführung erlernter Bewegungen. Es ist gar kein Zweifel, daß die Überlegenheit vieler Tiere, speziell des Hundes über den Menschen, soweit solche Handlungen, die durch die Sinnesfelder bedingt sind, in Betracht kommen, vielfach eine recht große ist. Der Polizeihund riecht nicht nur besser als ein Mensch, sondern er folgt viel besser auf Grund seiner Riechzentren der Spur als sein Herr, bei dem eine lange Reihe dem Tier unmöglicher Überlegungen sich zu der Tätigkeit der gnostischen Apparate noch gesellen.

Unser gesamtes Verhalten hängt durchaus von der Intaktheit des gnostischen Apparates ab. Die Klinik, welche seine Störungen studiert, hat bisher besonders genau die optische und die akustische Agnosie studiert.

Ein Patient mit optischer Agnosie kann wohl Auskunft über die Form, vielleicht auch über die Farbe eines Dinges geben, das ihm vorgelegt wird, aber er weiß es weder zu benennen noch irgendwie, sei es auch nur durch Zeichen anzugeben, zu was es gebraucht wird. Er beschreibt etwa einen Kamm nach Zinken und Rücken, kann aber nicht zeigen, zu was man einen Kamm anwendet und verrät leicht, daß er keine Ahnung hat, was das Ding bedeutet, an dem man ihn examiniert. Nach doppelseitigen Zerstörungen des reichen im Occipitallappen gegebenen Assoziationsapparates treten derartige Erscheinungen auf, aber nicht selten kann man sie auch bei einseitigen, linkseitigen Erkrankungen da finden. Aus noch nicht bekanntem Grunde ist die Festigkeit der optischen Erinnerungsmöglichkeit im linken

Hinterhautlappen sehr viel größer als im rechten. Sie ist so viel größer, daß dieser, wenn ihm die via Balken erfolgende Anregung von links her nicht mehr zukommt, allein nicht ausreicht der optischen Erinnerung zu dienen. Natürlich machen solche Rindenzerstörungen außer der auf Zerstörung weitgehender Assoziationen beruhenden Seelenblindheit, eine Störung auch der Perzeption, derart, daß man gewöhnlich in einem Teile des Gesichtsfeldes Hemianopsie, in dem anderen Seelenblindheit findet.

Patienten mit großen Zerstörungen des Temporallappens, besonders, wenn dessen oberste Windungen getroffen sind, werden nicht nur sprachtaub sondern sie erkennen eine ganze Anzahl anderer Geräusche und Töne nicht mehr, sie erkennen z. B. nicht, daß jemand pfeift oder mit Geld rasselt, daß die Trambahn rasselt usw., obgleich gerade hier sich leicht zeigen läßt, daß gehört wird.

Auch Agnosien des Tastsinnes sind bekannt, wo trotz intakter Haut- usw. Sensibilität die Form der betasteten Gegenstände nicht erkannt und dadurch das Erkennen des Gesamtgegenstandes mit den Tastmitteln allein unmöglich wird. Ein solcher Kranker findet z. B. sein Portemonnaie niemals in der Tasche, obgleich er es offenbar deutlich soweit fühlt, daß er zugreift, es umherwirft usw., ganz anders wie ein Patient, der mit Anaesthesie der Hand aus peripheren Gründen überhaupt höchst ungeschickt greift.

Neben und außer der optischen Agnosie kommen bei größeren Hirnherden oder diffusen Rindenprozessen Formen der Seelenblindheit vor, bei welchen offenbar das Bild des Gegenstandes erhalten ist, wie etwa die Fähigkeit, es zu zeichnen, beweist, das Erkennen aber unmöglich ist, weil „in ihren sensuellen Elementen ungeschädigte Ideen verkehrt aneinander gereiht werden“, Liepmann. Ein Ding wird nicht mehr erkannt, weil die Anknüpfungen an Erinnerungen für Wesen, Ursache, Zweck nicht mehr geleistet werden können, weil der Geschädigte es intellektuell nicht mehr erkennt oder versteht. Oder es ist die Erkennung nicht möglich, weil sich beim Suchen danach ganz andere Ideen einstellen oder weil es unmöglich ist, die genügende Aufmerksamkeit zu konzentrieren. Kranke mit diesen „ideatorischen Agnosien“ sind besonders schwer geschädigt und machen ganz gewöhnlich einen geistesschwachen Eindruck. Aber auch wir Gesunde kommen schweren Aufgaben gegenüber oft genug in die Lage des Nichterkennenkönnens trotz intaktem Gnosievermögen. Das nächstliegende Beispiel ist gegeben, wenn wir ein Buch zwar lesen, aber nicht verstehen können, wenn wir einen Vortrag hören, ihm aber inhaltlich nicht folgen, weil die wohl erkannten Worte nicht zu dem Sinn vereint werden, welchen der Redner ihnen geben will. Oder wenn die wohl erkannten Figuren eines Bildes in uns nicht die Erinnerungen erwecken, welche sie unter anderen Umständen oder bei anderen anregen. Bei der Gnosie handelt es sich um Erinnerungs-

bilder. Daß diese zu Begriffen werden, dazu bedarf es, wie eben der Unterschied zwischen Patienten mit Untergang der Calcarinarinde und solchen, welche größere Rindendefekte haben, zeigt, eines größeren assoziatorischen Apparates und dieser Apparat liegt wahrscheinlichst in den Zügen swischen den Sinnesfeldern und den sogenannten stummen Teilen der Rinde, den Assoziationsfeldern von Flechsig.

Die Fähigkeit zur Gnosie tritt offenbar erst nach der Geburt ein, erst dann beobachtet man allmählich Bewegungen, die auf ein Erkennen zurückgehen müssen. In dem Maße wie sich dann in der Rinde die Markfaserung entwickelt, steigt sie aber. Neugeborene, bei denen die Hirnrinde noch kaum mit dem Urhirn verbunden und noch wenig ausgebildet ist, haben deshalb nur Bewegungen, es fehlen ihnen bis auf wenig ererbte — instinktmäßige, sagt der Sprachgebrauch — die auf Erfahrung gegründeten Handlungen.

Der Mensch und die höheren Tiere sammeln mit ihren Sinneszentren das ganze Leben hindurch Erfahrungen. Mensch und Tier gewinnen die Fähigkeit zur Handlung durch ihre Artgenossen, durch selbständiges Absehen oder durch Unterricht. Bei manchen unsrer Haustiere, wie etwa bei den Pferden und Hunden, steigern wir künstlich die Leistungsfähigkeit dadurch, daß wir nicht den Artgenossen die Erziehung überlassen, sondern selbst es übernehmen, ihnen so viel von dem, was wir Menschen ausgedacht, zu übermitteln, als ihrer Fassungskraft entspricht. Wir haben nur wenige Tiere bisher solchen Unterrichtes gewürdigt, aber die täglich zunehmenden Erfahrungen der Dresseure zeigen, daß, wenn etwa besonderer Bedarf wäre, leicht auch bisher vernachlässigte Tierarten zu ihrem Wesen sonst fremden Handlungen gebracht werden können.

Dadurch, daß der Bau der Rinde mehr als die einfache Reizaufnahme, nämlich die Gnosis, die Wahrnehmung ermöglicht, dadurch, daß er überaus geeignet ist, mehrere solcher Wahrnehmungen unter sich zu verbinden können nun ganze seelische Bilder, wenn das Wort gestattet ist, entstehen, Bilder, die nicht mehr aus der Wahrnehmung eines einzelnen Sinnesapparates zu stammen brauchen. Für meinen Hund bin ich der Herr, einerlei ob er mich riecht, sieht oder hört. Er hat mich so oft gleichzeitig durch zwei oder drei Sinne wahrgenommen, daß er ein Gesamtbild besitzt.

Zu den optischen, akustischen etc. Sinneserinnerungen kommen nun noch eine Unmasse Spuren oder Erinnerungen, die einmal ausgeführte Bewegungen zurückgelassen habeu, deren jede ja schon im Urhirn, wegen der Innervation der Muskeln und Gelenke, Reize aufnehmen ließ. Es ist möglich, ja wahrscheinlich, daß diese Rezeptionen von Bewegungen allmählich das ermöglichen, was wir die **Handlung,** die **Praxis** nennen. Auch die Gnosien selbst, nicht nur die Rezeptionen bedingen im weiteren Sinne das, was wir Handlung nennen

Die Praxien sind ebenfalls an bestimmte Hirnteile gebunden und mit ihnen können sie vernichtet werden. Das dann auftretende Krankheitsbild der Apraxie kann die verschiedensten Arten des Handelns betreffen. Es ist vielfach, am genauesten von von Liepmann studiert und analysiert und diese Untersuchungen sind noch durchaus im Flusse.

Die Apraktischen sind nicht imstande trotz intakter Bewegungsfähigkeit der Glieder erworbene Bewegungen auszuführen, oft versagen sie bei so einfachen wie Grüßen, Winken, Anzünden eines Streichholzes usw. Gibt man ihnen Gegenstände zum Gebrauch, so stehen sie ihnen ratlos gegenüber, so ratlos, daß man zunächst vermutet, daß sie dieselben nicht agnostisieren. An einem nur einseitig Apraktischen ließ sich aber der Nachweis erbringen, daß er sehr wohl die Gegenstände erkannte, daß er aber auf der apraktischen Seite absolut nicht derselben sich zu bedienen wußte. Damit solche reine Apraxie entstehe, müssen die Bahnen, welche die motorischen Zentren der Rinde mit den gnostischen verbinden, derart gestört sein, daß die Gnosie nicht mehr mit ihren kinästhetisch innervatorischen Remanenzen die Innervation auslösen kann. Die motorischen Zentren selbst können dabei ganz intakt geblieben sein. Nach der Art des Aufallens kann man auch schließen, daß die einfachsten Praxien längst Synergien geworden sind. Diese Synergien können nämlich bei den Apraktischen weiterbestehen und gelegentlich zum Vorschein kommen, so wenn einer aufgefordert die Hand zu schließen, zu pfeifen usw., dies nicht auf diese Aufforderung hin fertigbringt, wohl aber es nachher ganz plötzlich während der Ruhe oder einer anderen Handlung erreicht. Wenn der das Glied synergisch zu einer erlernten Handlung bewegende Apparat von vielen Stellen des Gehirnes her nicht mehr angerufen, geweckt werden kann, dann sind wir dem Zufall anheim gegeben, ob der eine oder andere Weg noch offen ist und so kommt es dann zunächst bei Aufforderung zu der Apraxie, während irgend eine zufällige Verknüpfung zeigen kann, daß immer noch ein Weg zur Erweckung der Synergie offen ist. Solch ein Kranker kann z. B. auf Aufforderung keine Faust machen und doch zeigt sich ein ganz guter Handschluß, wenn man ihm etwa einen schweren Gegenstand in die Hand gibt. Ja er schreibt korrekte Buchstaben gelegentlich, aber nicht die, welche er schreiben sollte und möchte. Soll er etwa ein Streichholz anstecken, so fuchtelt er mit der Hand unsicher wie ein Säugling, dem man diesen Auftrag gegeben hätte.

Auch auf dem Gebiete der Praxie ist bereits eine ideatorische Ausfallform festgestellt. Wenn ein Kranker das Streichholz nicht entzündet, sondern neben der Zigarre in den Mund steckt, dann hat er es wohl erkannt, aber die Handlung ist infolge nur teilweiser richtiger Assoziation praktisch schwer geschädigt und der Mann, der mit der

Zahnbürste seine Zähne früh ganz richtig reinigte, aber als ihm diese bei Tag gezeigt wurde, sofort seine Stiefel damit zu wichsen begann, war in gleicher Lage. Es können das Zugreifen und die Handlungen zeigen, daß Gegenstand und Zweck wohl erkannt wurden, aber bei der Ausführung zeigt sich, daß diese nicht mehr richtig geht, weil die Verbindungen, welchen die Handlung unterliegt, sobald sie einen etwas komplizierten Zweck hat, gelitten haben. Solche Kranke können natürlich die Bewegungen nachmachen, wenn man sie ihnen zeigt, es ist ja nur die Verbindung des Bewegungsbildes mit anderen Hirnteilen gestört. Ein analoger Vorgang im Leben des Gesunden ist es, wenn er etwa die Handhabung eines komplizierten Apparates, die er erlernt hat, später nicht mehr fertig bringt, bis man sie ihm von neuem beibringt.

Nicht nur für die Sprachpraxie, für alle anderen ebenso überwiegt die Wichtigkeit der linken Hemisphäre. Herde, welche das linkshirnige Zentrum für die rechte Hand oder das darunter gelegene Mark treffen, erzeugen in dieser Lähmung und wenn sie die Verbindungen mit einem oder mehreren Hirnlappen zerstören, auch Apraxie des Armes, aber daneben beeinträchtigen sie die Praxie der gleichseitigen, also der linken Hand. Bewegungen aus der Erinnerung können nicht mehr gut ausgeführt werden, der Kranke weiß nicht zu zeigen, wie man einen Leierkasten dreht, an die Türe klopft, eine Fliege fängt usw., ebenso wie die Ausdrucksbewegungen, etwa Drohen mit der Hand, nicht mehr gezeigt werden können. Die Mehrzahl dieser Leute kann aber die Gegenstände richtig benutzen, wenn man nur zugreifen und zusehen läßt. Handelt es sich aber nur um Handlungen nicht am Objekt, sondern um erinnerte Handlungen, so können die meisten diese auch dann nicht ausführen, wenn man sie ihnen vormacht.

Die Störung im linken Arme kann nur die Folge einer Leistungsunterbrechung von Zentren rechts sein und die anatomische Untersuchung erkrankter derartiger Gehirne hat denn auch zu dem Schlusse geführt, daß die meisten Handlungen der rechten Hemisphäre via Corpus callosum von der linken aus geleitet werden. Zerstörungen des Balkens haben wiederholt Apraxie der linken Hand zu Folge gehabt, gerade wie Zerstörung des linken Armzentrums. Ganz ist offenbar die rechte Hemisphäre nicht auf die linke angewiesen, denn es können ja auf Objektgnosien Handlungen auch von daher eingeleitet werden, aber die frei auf den Willen allein hin ausgeführten Praxien ordnen sich offenbar in dem Rindenapparat der linken Hemisphäre zunächst und am besten an. Der Apparat, mit dem die Hand ihre Praxien ausführt, ist also keineswegs ein einseitiger, er ist wohl bis zu gewissem Grade auf einer Seite selbständig, aber doch sehr wesentlich an das Intaktsein gerade seines linksseitigen Anteils gebunden. Die rechte Hemisphäre ist auch für die Handlung der linken nicht so wichtig wie umgekehrt, ja es ist

unsicher, ob sie dazu überhaupt nötig ist. Balkenunterbrechungen, welche die Tätigkeit der rechten Hemisphäre so sehr beeinträchtigen, stören die der linken auffallend wenig.

Alle Zustände von Apraxie können den Träger, wenn sie hochgradig sind, als geistig viel schwerer beeinträchtigt erscheinen lassen, als er wirklich ist.

Aus dem bisher Vorgetragenen erhellt, daß Gnosien und Praxien so enge miteinander verbunden sind, daß es jedesmal schwer ist, die Schädigung der einen Funktion von der der anderen abzuscheiden.

Diese engen Beziehungen sind bisher nirgends so gut erforscht wie auf dem Gebiete der Sprache. Die Fähigkeit zur akustischen Sprachgnosie haben viele Tiere, die mit dem Menschen leben, offenbar. Am bekanntesten ist, daß der Hund, der Elephant, das Pferd auf das Wort gehorchen lernen, und wer die Leistungen der Dresseure verfolgt, weiß, daß auch die großen Katzen, die Seelöwen und andere Tiere bis zu einem gewissen Grade zum Verstehen mündlich gegebener Befehle gebracht werden können. Bei dem Elephanten ist gerade der Schläfenlappen, in dessen obere Windungen wir nach den Ausfallerscheinungen beim Menschen wenigstens den Apparat verlegen, an den die Wortgnosie geknüpft ist, recht groß. Hunde, denen man die Schläfenlappen zerstört, verlieren die Fähigkeit, die rufende Stimme ihres Herrn zu erkennen. Sehr weitgehend wird diese Sprachgnosie der Tiere aber nie, weil sie sich mangels der entsprechenden Rindenteile nicht in Sprachpraxien umsetzen kann. Mit dem Auftreten der Sprechmöglichkeit ändert sich in sehr wesentlichem Maße die ganze Konfiguration der Hirnrinde, es treten sehr große neue Teile zu den alten, Teile, von denen wir wissen, daß ihre Erkrankung die Sprache selbst oder die Intelligenz, welche von der Sprache erst herbeigeführt ist, schwer beeinträchtigt.

Wir erlangen die Sprachgnosie gewöhnlich auf akustischem Wege. Die Klinik und der Tierversuch lehren, daß die Rindenteile und Verbindungen, welche hier als Unterlage dienen, in der ersten Temporalwindung links liegen, etwas frontal von den Stätten, in die aus dem Geniculatum mediale die tertiäre Hörnervenfaserung einstrahlt. Untergang dieser Rindengebiete — sie sind Fig. 164 mit „Auditus“ bezeichnet, macht die Träger worttaub, d. h. sie stehen der ihnen bis dahin bekannten Sprache völlig ohne Verständnis gegenüber, ganz als ob es eine fremde wäre.

Die Pathologie weist darauf hin, daß die in uns ruhenden Wortbegriffe ganz wesentlich an den gnostischen Apparat gebunden sind. Die Sprechpraxie ist erst das Sekundäre; die Gnosis der Sprache erst befähigt zur Sprachpraxie. Diese braucht keineswegs immer gerade durch die Sprechwerkzeuge in Aktion zu treten, wir haben die Schrift, die Zeichengebung, die Mimik, die ausdrücken können, was wir sagen wollen.

Auch die Sprachpraxie ist nicht etwas, das erst beim Menschen auftritt. Bekanntlich haben Hunde, Pferde und Affen bereits die Anfänge und sie bedienen sich in mäßigem Grade wohl der Stimme, um Zeichen zu geben. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß man diese Anfänge durch Übung etwas steigerte und Hunde etwa erzöge, die zur Zeichengebung nicht nur vorwiegend die durch Rumpf- und Schwanzbewegung mögliche Mitteilung benutzen, sondern auch erlernte Modifikationen des Bellens.

Für uns Menschen ist das vorwiegende Ausdrucksmittel der Sprache durch die Mundwerkzeuge gegeben. Die Hirnstelle, an welcher sich die meisten aus den gnostischen und anderen Zentren stammenden Bahnen für die Sprachenpraxie zusammenordnen, liegt fast immer nur in der linken Hemisphäre, ein weniges vor dem Zentrum für die Innervation der Sprech- und Schluckmuskeln, an der Basis der dritten Stirnwindung. Fig. 164 bei Sermo. Ein Patient, dem nur diese „Brocasche Gegend“ zerstört ist, kann nicht mehr sprechen, aber Laute kann er von sich geben. Es kann auch vorkommen, daß er bei etwas größerer Zerstörung nicht mehr weiß, wie man den Mund aufmacht, wie man die Zunge herausstreckt, obgleich er dies spontan, etwa beim Essen ausführen kann. Dabei läßt sich gelegentlich durch die Gebärden, ja durch die Schrift beweisen, daß er die Vorstellung dessen, was er sprechen will, noch hat.

Was die Brocasche Windung und ihre nächsten Verbindungen leisten, das ist nur die Sprachpraxie. Von der mit zahllosen Beziehungen ausgestatteten Sprache ist diese nur ein Element, ein Element, das einzeln in Erscheinung treten kann, wenn wir etwa gedankenlos vor uns hin sprechen, bei Interjektionen und unter so vielen anderen Umständen. Ja aus dem Umstande, daß wir gelegentlich lange Wortreihen aussprechen, die wir gar nicht wünschen, wie etwa bei einem unwillkürlichen längeren Ausrufe, bei einem zusammengesetzten Fluche, dann früh beim Aufwachen, darf schon gefolgert werden, daß ein Grundelement der Sprache die reine Sprachpraxie ist. Solche reine Sprachpraxie ist es auch, wenn in alter Gewohnheit Gebete, Gedichte gesagt werden, ohne daß der Inhalt bedacht wird, jedes „Herunterleiern“ ist reine Sprachpraxie.

Gnostische und praktische Teile des Sprachapparates sind offenbar unter sich durch einen besonderen Apparat geeint, denn während gemischte Sprachstörungen sehr häufig sind, sind ganz rein gnostische kaum je da. Dieses eigentliche Sprachzentrum dürfen wir etwa in die Gegend der Insel verlegen.

Der spracherzeugende Komplex in der Rinde ist dann bei den meisten Menschen außerdem mit einer Anzahl anderer rein gnostische Apparate derart verbunden, daß Störungen dieser wieder ganz bestimmte Ausfälle im Sprechen erzeugen können: In der Rinde um den Sulcus calcarinus liegt Areal, dessen Zerstörung alle auf optischem Wege er-

lernten Assoxiationen vernichtet. Totale beiderseitige Zerstörung macht den Menschen blind, aber partielle läßt dieses Sehzentrum in seiner Tätigkeit studieren. Menschen mit Verlust desselben erkennen nicht mehr, sie können den ganzen seelischen Prozeß, welcher als Endleistung das Erkennen ermöglicht, nicht mehr ausführen. Sie können natürlich auch nicht mehr die erlernte Buchstabenschrift lesen. Da sie nicht optisch erkennen, finden sie natürlich auch die Worte für einen vorgezeigten Gegenstand nicht, sie sind in bezug auf diesen aphasisch, aber sie finden manchmal dann das Wort, wenn die Betastung ihnen genügende Schlüsse auf die Natur des Gegenstandes gestattet. Umgekehrt erkennt ein Mensch mit Zerstörung der Mitte der hinteren Zentralwindung gewöhnlich nicht mehr durch Betasten, er wird, wenn man ihm nicht Hinsehen gestattet, nicht die Benennung für einen nur gefühlten Gegenstand finden. So hängt das Wortfinden nicht nur von der Rinde ab, wo das Wortbild lokalisiert ist, sondern in ganz bestimmter Weise von zahlreichen anderen Rindenstellen. Und deshalb sind Störungen der Sprachgnosie kaum je ganz rein auf den akustischen Faktor beschränkt.

Auch das motorische Sprachzentrum ist wieder mit anderen motorischen Apparaten enge verknüpft, wenn die Erziehung solche geschaffen hat, aber diese Verbindungen scheinen alle über das gnostische Zentrum hin zu führen. Wenn die Verbindungen der Sprachhörgegend mit den Handzentren unterbrochen sind, wird Schreiben auf Diktat unmöglich werden, wohl aber läßt sich nachweisen, daß solche Kranke, weil eben die Verbindung zwischen Akustikus und Rinde da ist, verstehen, was sie hören. Ein solcher Kranker wird noch ganz gut abschreiben können. Das aber wird ihm unmöglich sein, wenn etwa die Verbindung des motorischen Armzentrums mit der Sehspäre gelitten hat. Diese Störungen im zentralen Rindenapparat und im Assoziationsapparate bieten das allergrößte Interesse. Ein Stenograph oder ein Schreiber, der sich ohne Rücksicht auf Verstehen bemüht, so rasch als möglich das Gehörte in seine Schrift zu übertragen, arbeitet mit reinen Gnosien und Praxien der Sprache und Schrift. Krankheitsfälle lehren, daß auch ihre Verbindung verloren gehen kann.

Die hier abgeschiedene Sprachgnosie und Sprachpraxie aber genügen durchaus nicht zu dem, was wir menschliche Sprache nennen. Sie bilden nur ein notwendiges Glied in dieser. Herde irgendwo in der Rinde können das Seelenvermögen so schwächen, daß bei intakten Sprachgegenden doch keine vernünftige Rede herauskommt. Diffuse Krankheitsprozesse führen oft zu solchen Störungen. Auch hemmen können solche Prozesse die Sprache. Wir kennen Seelenstörungen, wo nichts, auch der stärkste Zwang nicht, die Menschen zum Sprechen bringen kann.

Das, was die Sprache zu dem mächtigen Werkzeuge macht, das den Menschen vom Tiere unterscheidet, ist aber weder ihre Gnosie

noch ihre Praxie, beides Funktionen, die zum Teile schon bei den Tieren vorhanden sind, beides Funktionen, die wohl immer unterhalb der Bewußtseinsschwelle auch beim Menschen verlaufen. Es ist ihr besonders inniger Zusammenhang mit dem Intellektus, ein Zusammenhang, der so innig ist, daß der größte Teil unseres Denkens in Sprachbildern geschieht. Ja, es zeigt die Vergleichung der Anthropoidengehirne mit dem menschlichen nichts so deutlich, als daß die Hirnwindungen, welche nicht direkt Gnosien oder Praxien erzeugen, die auf Fig. 164 weiß gelassenen, bei den Menschen enorm viel größer geworden sind als bei den Affen. Der Stirnlappen bildet sich eigentlich erst ordentlich aus, wenn sich die unterste mit dem Sprachvermögen so innig zusammenhängende Windung entwickelt.

Bisher haben wir erkannt, daß sich Rezeptionen und Motus aufbauen können auf den Apparaten des Palaeencephalons, daß sich aber mit dem Auftreten der Rinde und mit deren Ausbildung hierzu die Fähigkeit gesellt, Handlungen auszuführen, die auf dem Wege der Gnosie erworben wurden, und daß Störungen des gnostisch oder praktischen Apparates isoliert und kombiniert vorkommen. Allerdings sind beide so innig verknüpft, daß die Störung des einen fast immer solche des anderen herbeiführt.

Zu all diesem gesellt sich beim Menschen und sehr wahrscheinlich bei einigen Tieren ein Drittes. Außer den Sinneswahrnehmungen und ihrer zweckmäßigen Verwertung gewahren wir noch ein Moment, die Fähigkeit, die eignen Wahrnehmungen zu verstehen und danach die Handlungen einzuleiten, zu unterdrücken oder zu ändern, schließlich den Erfolg der Handlung zu beurteilen und später danach einzurichten. Was hierzu befähigt, bezeichnet die Psychologie als **Bewußtsein**. Sie begreift darunter allerdings außer dem Wissen auch das Haben von Geistesinhalten und nimmt an, daß ein Vorgang immer in mein Bewußtsein getreten sein müsse, wenn ich mich überhaupt desselben erinnern kann. Etwa wenn ich mich Nachmittags an eine bestimmte Begegnung erinnere, die ich früh gehabt, ohne sie wahrgenommen resp. erlebt zu haben. Sie ist deshalb auch zu der völlig hypothetischen Annahme von verschiedenen Grades des Bewußtseines gezwungen. Viel einfacher scheint die Annahme, daß Motus et Receptiones, Gnosieen und Praxieen an sich außerhalb des Bewußtseines verlaufen aber gleichzeitig oder später in dessen Blickfeld eintreten können. Die meisten Handlungen vollführe ich ohne zu wissen wie ich sie fertig bringe, ja meist ohne zu merken, daß ich sie überhaupt ausführe. Sicher bringen sogar der Maler, der Musiker und andere Künstler oft ihre Leistungen zustande, ohne daß sie sich der dazu notwendigen Elemente bewußt werden. Ja alle Praxien sind um so vollkommener je „gedankenloser“ sie geschehen. Auch hierdurch wird für manches eine Überlegenheit des Tieres über den Menschen bedingt, der so oft „von des Gedankens

Blässe angekränkelt, die angeborene Farbe der Entschließung“ nicht zum Ausdruck bringen kann. Würde der Polizeihund zum Beispiel überlegen, dann wäre er nicht viel brauchbarer als sein Herr; und das Wild würde viel schneller uns zur Beute werden, wenn es den Anblick des Jägers nicht mit sofortiger Flucht beantwortete; wenn es erkennen wollte, was gefahrvolles vorliegt.

Wer den Bau des Gehirnes in der Tierreihe kennt, wird zu der Überzeugung gekommen sein, daß das Auftreten neuer Fähigkeiten immer an das Auftreten neuer Hirnteile oder an die Vergrößerung vorhandener gebunden ist. Es ist deshalb eine vollständig berechtigte Fragestellung, die, ob den erwähnten Funktionen nicht etwa neu zukommende oder ältere sich vergrößernde Hirngebiete dienen. Der geniale Arzt Adolf Kußmaul war wohl der erste, der völlig klar erkannte, daß beim Aufsteigen zu bewußter Tätigkeit ein neues Organ eine Rolle spielen müsse, er hat damals die Großhirnrinde im Gegensatz zu dem Pelaencephalon dafür gehalten. Er hat auch zuerst darauf hingewiesen, wie weitaus der größte Teil unserer seelischen Tätigkeit außerhalb des Bewußtseins abläuft, wie die Wilden und die Kinder mehr in Sinnesempfindungen arbeiten, wie später an deren Stelle die Begriffe im anschaulichen Gewande der Wörter treten und wie jetzt erst das Denken an Raschheit, Komplikation und Bestimmtheit gewinnt.

Nun zeigt schon die Betrachtung des Gesamtgehirnes, daß dieses sich etwa in dem Maße vergrößert, wie das Tier intelligenter wird und wir werden zu untersuchen haben, auf welche Teile diese Vergrößerung kommt.

Das Tierexperiment und auch das anatomische Bild sprechen durchaus dafür, daß die Tiere Sinneszentren haben, und daß auch Zusammenordnungen für Praxien in ihrer Rinde sind. Was sich aber vom Tiere zu dem Menschen hin steigend vergrößert, das sind die Felder, welche zwischen und vor den Sinneszentren liegen und der mächtige diese zusammenordnende Apparat der Hirnrinde. Darauf hat zuerst P. Flechsig hingewiesen. Diese Stellen, von denen eine große Anzahl, beim Menschen mindestens fünfunddreißig, bekannt sind, umgeben die eigentlichen Sinnesfelder, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sie im wesentlichen die Assoziationen vermitteln, die zahllosen Verbindungen, die zwischen den Rindenfeldern selbst so geknüpft werden müssen, daß ein intelligentes Handeln entsteht. Noch kennen wir für die meisten Tiere nicht die Ausdehnung der zwischen den Sinnesfeldern liegenden Rindenteile, aber für eine Anzahl derselben, diejenigen, die fern von allen Sinnesfeldern ganz vorn im Stirnteile des Gehirns liegen, vermögen wir neuerdings eine scharfe Abgrenzung vorzunehmen, für die den Stirnlappen zusammensetzenden. Diese Ansammlung ist so gut charakterisiert, daß wir sie nach ihrem anatomischen Bau durch die Säugerreihe hindurch verfolgen können, und da stellt sich etwas sehr Merkwürdiges heraus. Sie nimmt deut-

lich zu an Größe im Maße, wie das Tier seine Wahrnehmungen und Handlungen von der Intelligenz führen lassen kann. Fig. 146 und 147. Bei der Ziege, beim Känguruh ist sie recht klein, bei der Katze schon größer, und bei den Hunden nimmt sie eine wahrscheinlich nach den Rassen schwankende, die Katze übertreffende Ausdehnung ein. Sicher ist der Stirnlappen beim Fuchs größer als beim Hund, und es ist kein Zweifel, daß er bei den Affen unter den Tieren die größte Ausdehnung erreicht. Daher kommt es denn auch, daß diese nicht mehr, wie etwa die Hunde, eine mit der Nase zurückfliehende Stirn haben, daß sich vielmehr die Stirn vorwölbt. Der Stirnlappen erreicht bei den menschenähnlichen Affen schon eine recht beträchtliche Ausdehnung, aber er ist noch sehr viel kleiner als der vom Menschen. Auch beim Menschen bietet er noch beträchtliche Unterschiede, und es können namentlich die Gehirne von Idioten und sehr Schwachsinnigen sich in dieser Hirnsicht mehr dem Affengehirn als dem Menschengehirn nähern. Da man von den Schädelformen auf die Entwicklung des Stirnlappens schließen kann, so wissen wir mit Sicherheit, daß die diluvialen Menschen, deren Schädel wir besitzen, kleinere Stirnlappen als die heutigen hatten. Das finden wir auch heute noch bei den primitiven Menschenrassen, bei denen die übrigen Teile des Gehirns sehr wohl entwickelt sein können. Menschen, bei denen durch irgendwelche Krankheit oder durch fehlerhafte Anlage bei der Geburt der Stirnlappen verkümmert ist, sind immer Idioten. In ihrem seelischen Verhalten offenbart sich im ganzen deutlich das, was man Schwachsinn nennt. Körperlich beherrscht die meisten dieser Patienten eine ungeheure Unruhe, nichts kann sie lange fesseln, von einem springen sie zum andern, und der Vergleich mit dem Affen im Käfig, der ja auch nur einen kleinen Stirnlappen hat, hinkt nur wenig. Hunde, etwa intelligente Jagdhunde, sind im Freileben noch nicht genügend auf die Folgen geprüft, welche die Wegnahme der Stirnlappen hat. Die Laboratoriumshunde verloren durch diese Operation die Fähigkeit aufmerksam zu folgen, sie wurden ungeberdig, unruhig, fast albern und unfolgsam.

Im Stirnlappen müssen auch durch die mächtigen Arme zur Brücke Elemente gegeben sein, die irgendwie mit dem motorischen Abschnitt unserer Handlungen betraut sind oder mit dem kinaesthetischen, denn mit seiner Zerstörung treten außer den seelischen Defekten solche der Statik des Rumpfes auf. Es weisen aber die Unteruchungen von Kleist darauf hin, daß Störung dieser Verbindungen auch auf psychischem Gebiete Ausfälle schafft.

Und noch ein andres sehen wir erst bei einigen höheren Säugern, eben Tieren mit entwickelteren Stirnlappen, auftreten, alles das, was man gemeinhin als Gemütsregungen zu bezeichnen pflegt. Wie deutlich sind bei unserm Hunde die Zeichen, daß er Liebe und Haß, Freude und Trauer kennt, und wie fraglich sind sie etwa bei dem

Kaninchen, dem Maulwurf, der Maus! Wie groß ist in dieser Beziehung schon die Distanz zwischen dem Pferde und dem Rindvieh! Dem entspricht es auch, daß wir echte Seelenstörungen bisher nur von Tieren mit entwickelten Stirnlappen kennen, ja daß solche fast nur bei Hunden beobachtet sind.

Das allermeiste, was wir von Handlungen und Erkennungen an den uns gut bekannten Säugern sehen, kann sehr wohl verstanden werden, unter der Annahme, daß es sich um einfache Gnosien und Praxien handelt. Aber es zeigt das überaus zweckmäßige und oft nach den Zielen wechselnde Handeln der höheren Säuger, auch der nicht durch Menschenerziehung „gefälschten", so vieles auf Intelligenz Hinweisende, daß ich weit entfernt bin, denjenigen beizustimmen, die den Tieren diese Seite des Geisteslebens absprechen wollen. Es genügt, darauf hinzuweisen, wie vorsichtig etwa das Raubzeug die Fallen vermeiden lernt, wie geschickt Hund, Wolf und Fuchs im Deuten der für sie eventuell gefährlichen Spuren und Zeichen sind, es genügt, dem oft mit List verbundenen Jagen zuzusehen, um zu der Überzeugung zu gelangen, daß eine nicht sehr weitreichende Intelligenz einige Handlungen der Tiere begleitet. Freilich müssen wir es lernen, bei Beobachtung tierischen Handelns nicht immer den menschlichen Maßstab anzulegen, und immer müssen wir versuchen, mit den einfachsten, nicht mit den kompliziertern Annahmen auszukommen. Wollen wir gut hier vorankommen, dann müssen wir nicht immer staunen, was ein Tier etwa kann, wir gehen viel sicherer vor, wenn wir untersuchen, was es nicht leistet, trotzdem ihm Sinne und andere Ausführungsorgane gegeben sind. Jeder, der sich mit der Dressur von Hunden abgegeben hat, weiß, daß die Intelligenz hier die allergrößte Rolle spielt. Man muß das Tier auf etwas aufmerksam machen können, sonst versagt alle Dressur. Deshalb kann man Tiere mit ganz kleinen Stirnlappen, etwa Mäuse oder Kaninchen, kaum wirklich dressieren, während Hunde, und vor allem Affen, hierzu außerordentlich viel besser geeignet sind. Hat das Tier einmal begriffen, was es soll, dann gilt es nur durch Übung die Sinneszentren der Rinde so weit zu bringen, daß sie viel leichter als früher auf das Verlangte hinarbeiten.

Freilich ist es oft schwer zu sagen, wie weit Handlungen, die wir ein Tier ausführen sehen, von dem Momente der Einsicht begleitet sind, manchmal führt nur ein Zufall dazu, daß wir erkennen, wie eine bestimmte, offenbar sehr vernünftige Handlung ganz ohne jedes Verstehen ausgeführt wird. Man kann durch Dressur Affen und Hunde, auch Pferde in vielem zu menschenähnlichen Handlungen abrichten. Wie wenig weit aber ihr Begreifen reicht, das zeigt am besten das freilebende Tier, das kaum je auf eine Handlung kommt, die außerhalb seiner natürlichen Lebensweise liegt. Noch hat niemand einen Affen Feuer anzünden gesehen oder auch nur beobachtet, daß er ein vorhandenes Feuer, an dem er sich wärmte, durch Zutragen von Holz unterhielt.

Wenn wir den Verhältnissen beim Menschen näher treten, so entdecken wir, daß weitaus der größte Teil dieser als Intelligenzfähigkeit zusammenzufassenden Erscheinungen an das Vorhandensein der inneren Sprache geknüpft ist. Wir denken das allermeiste in Worten. Und erst mit dem Besitz des Wortschatzes erlangen wir die Fähigkeit zu Abstraktionen. Solche sind ohne Wortbezeichnung gar nicht denkbar. Ohne Worte ist auch das Wissen undenkbar. Wunderbar schildert Dr. Howe, wie bei seiner Schülerin, der blindtauben Laura Bridgeman das Licht der Wahrheit aufging, der Verstand zu arbeiten begann, als sie ein Mittel hatte, sich ein Zeichen von etwas, das vor ihrer Seele stand, mit Buchstaben zusammenzusetzen und dies einem anderen zu zeigen; jetzt war sie nicht mehr einem Hunde zu vergleichen, ihr Antlitz strahlte von menschlicher Vernunft. Ganz gleiches erzählt Helen Keller, die ja in gleicher unglücklicher Lage war, von dem Momente, wo ihr aufging, daß es ein Mittel zum Zusammenfassen und Mitteilen der Gedanken gäbe.

Wer sich einmal klar machen will, was alles wir dem Besitz der Sprachzentren und Verbindungen für unser Geistesleben verdanken, der erwäge, wie Großes sich in der Philosophie und besonders in der Naturwissenschaft oft genug an die Prägung eines einzigen Wortes für einen Begriff geknüpft hat. Daß ein Mensch dem anderen so unendlich viel von seinen Erfahrungen, Beobachtungen, Anschauungen mitteilen kann, das hat das Menschengeschlecht so hoch über die nächstverwandten Tiere erhoben, so weit von den nächstverwandten Tieren geschieden. Die Sprache hat die Keime der Intelligenz zur Entfaltung gebracht. Mit dem Einsetzen der Sprachfähigkeit vergrößert sich mit einem Male das ganze Gehirn. Offenbar aber handelt es sich, wenigstens wenn man die Unterschiede zwischen Mensch und Anthropoiden betrachtet, nicht um Vergrößerung der Sinnessphären, sondern sehr deutlich um Wachsen des Stirnlappens und der zwischen den Sinnessphären liegenden Felder.

Was hier nun breit entwickelt ist, das läßt sich mit relativ wenig Worten zusammenfassen:

Das Palaeencephalon leistet Rezeptionen und Motus, oft schon recht komplizierter Art. Über diese schaltet sich, mit dem Wachsen der Hirnrinde immer mehr zunehmend, die Fähigkeit zu Gnosien und zu Praxien. Diese gehen auf die Sinnesfelder der Rinde zurück, einen Apparat, dem man die Fähigkeit zusprechen muß, die aus dem Palaeencephalon kommenden Rezeptionen mit zahlreichen anderen dadurch zusammenzuordnen, daß er sie zurückzuhalten und auch wieder irgendwie zu reproduzieren vermag, wenn gleiche oder auch nur verwandte Rezeptionen ihn anregen. Diese Gnosien führen zu Praxien. Einzelne Teile der Rinde sind mehr mit den Endapparaten sensibler, andere mehr mit denjenigen motorischer Apparate verknüpft, aber wir haben nicht das Recht, die Hirnrinde deshalb da sensibel und dort

motorisch zu nennen, müssen uns vielmehr vor Augen halten, daß es sich so gut wie immer um das Arbeiten eines größeren Teiles des in sich geschlossenen Apparates handelt.

Zu diesen gesellen sich andere, im Stirnlappen besonders reich vertretene Rindenfelder und mit ihrem Auftreten zeigt sich erst deutlich neben Gnosien und Praxien der Intellektus. Er nimmt zu, wenn mit dem Einsetzen der Sprachzentren und der von ihnen abhängigen Ausbildung des Stirnlappens die Fähigkeit zu andersartigem Denken und zu Mitteilen des Gedachten und Erkannten gegeben wird.

Die Bewegungen, die das Urhirn auf Reize hin leistet, die Handlungen, die von den Sinneszentren auf die Wahrnehmungen hin erfolgen, sind bei Mensch und Tier gleich, ja, das Tier ist für beide gelegentlich dem Menschen weit überlegen. Nur eins entwickelt sich beim Menschen ganz enorm viel weiter als beim Tier, die Assoziationszentren, besonders der Stirnlappen und damit die hohe, ein Bewußtsein voraussetzende Intelligenz. Da aber der Stirnlappen in verschieden hohem Maße auch den Tieren zukommt, so sind wir zu der Annahme gezwungen, daß manche Handlungen der Tiere von dessen Leistungen begleitet sein müssen. Die vergleichende Anatomie wird hier zu einer Pfadfinderin der Psychologie, und sie stützt und erklärt deren Beobachtungen da, wo bisher Unsicherheit herrschte. Sie zeigt, daß das, was wir vom seelischen Verhalten erkennen, ein Additionsbild ist, hergestellt von den Leistungen ganz verschiedenwertiger Hirnteile, und gibt so einen neuen Weg zur Analyse der komplizierten seelischen Erscheinungen.

Es wird für die Psychologie des Menschen und der Tiere zweckmäßig werden, der Möglichkeiten ständig zu gedenken, die der vorhandene Apparat für die einzelnen Seelentätigkeiten bietet. Sie wird viel bisher gegangene Irrwege vermeiden lernen, wenn sie aufhört, Analogieschlüsse zu ziehen und Tieren, die bestimmte Apparate gar nicht besitzen, Leistungen zuzuschreiben, die nur gerade von diesen Apparaten ausgeführt werden können. Wenn die Begriffe des Bewußtseins, der Intelligenz usw. präziser gefaßt und die betreffenden Fähigkeiten erst da angenommen werden, wo wir ohne diese Hypothese nicht auskommen, dann gewinnen wir der Psychologie ganz neue Fragestellungen und einen andern Standpunkt.

Achtzehnte Vorlesung.

Gesamtübersicht. Schluß.

Nun habe ich Ihnen, m. H., in diesen letzten Vorlesungen so vielerlei Hirnteile einzeln schildern müssen, daß ich fürchte, es möchte mir nicht gelungen sein, Ihnen auch ein zutreffendes Bild von der

Gesamtlage der einen zu den anderen zu verschaffen. Ein solches Bild aber müssen Sie sich durchaus verschaffen. Eine bessere Kenntnis der Faserung und Ganglien, als ich sie bisher zu geben vermochte, erhalten Sie nur dann, wenn Sie ein Gehirn topographisch studieren. So ist denn der Zeitpunkt gekommen, wo ich Ihnen einmal eine Reihe von Frontalschnitten durch eine reife Hemisphäre vorlegen muß. Sie mag Ihnen als Wegweiser bei eigener Untersuchung dienen.

Zum topographischen Studium rate ich Ihnen, ein ganzes, unzerschnittenes Gehirn in 10prozentige Formolmischung an der Basilaris einzuhängen und

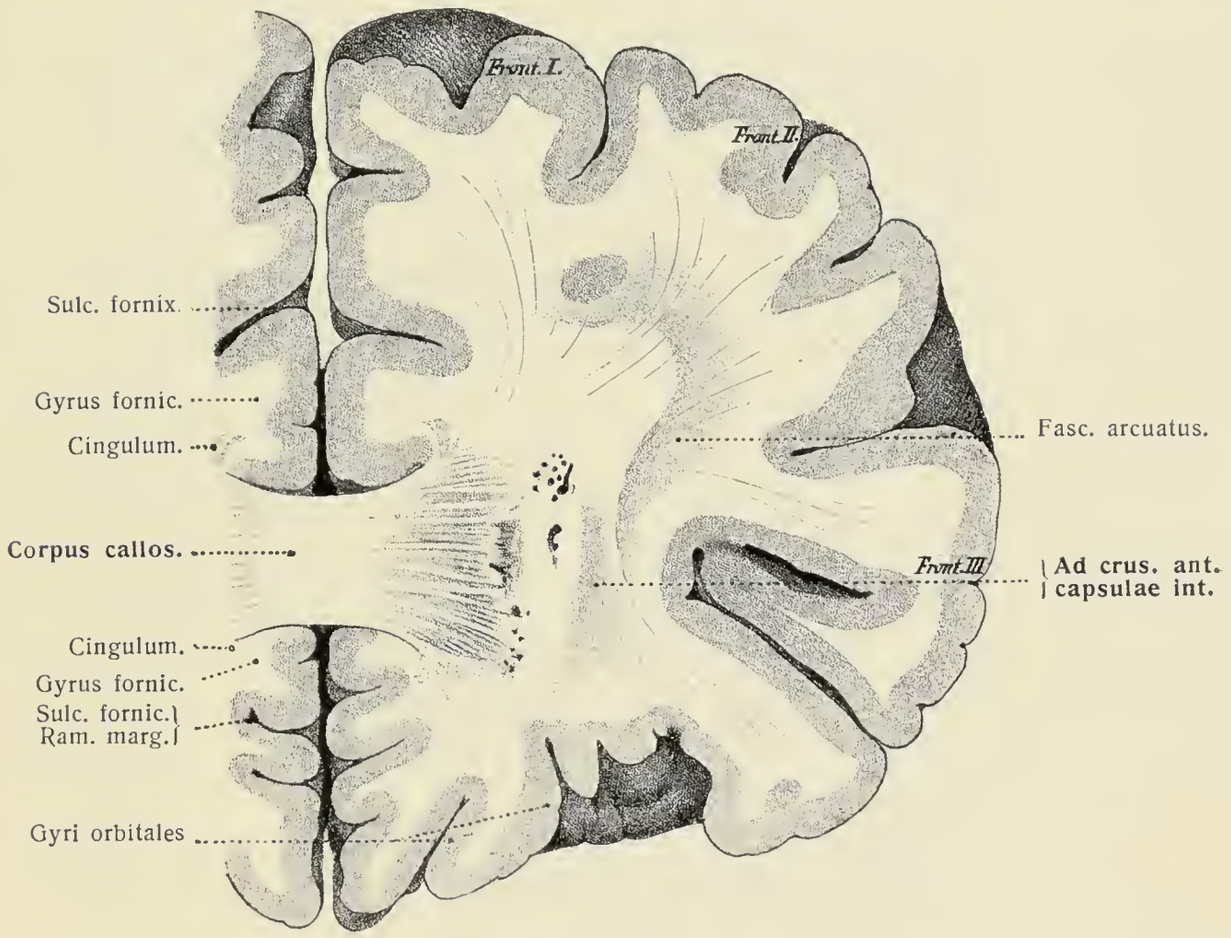


Fig. 165.

nach acht Tagen mit einem Rasiermesser in etwa ½ cm dicke Scheiben zu zerlegen. Jede Platte wird dann mit Pauspapier bedeckt, das festklebt. Dann ziehen Sie alles Sichtbare mit der Feder nach, nehmen das Pauspapier weg, um es auf Karton zu kleben und beenden die Zeichnung nach dem unter Wasser gelegten Präparate. So sind die Schnitte angefertigt, deren Bilder ich hier vorlege. Hier und da wird sich Betrachtung mit der Lupe unter Wasser empfehlen.

Der erste Schnitt (nicht abgebildet), den ich anlege, geht wenige Zentimeter hinter dem Stirnpole des Gehirnes dahin. Er enthält, umgeben von den hier noch kleinen Windungen, eine gleichmäßig weiße Masse, welche im wesentlichen so zusammengesetzt ist: dicht unter der Rinde aus kurzen Assoziationsbündeln, darunter liegen Stab-

kranzfasern zu dem Thalamus und zur Brücke, welche schon hier nach abwärts zu ziehen beginnen, und schließlich aus den frontalen Enden längerer Assoziationssysteme. Da wir all diesen Elementen in den folgenden Schnitten wieder begegnen, und da jedesmal die Namen in die Figuren eingeschrieben sind, wird es genügen, ein für allemal auf das Studium dieser Namen hinzuweisen.

Der zweite Abschnitt, Fig. 165, durchquert gerade das Balkenknie, die frontalsten Verbindungsfasern beider Hemisphären. Ein großer Teil dieser Fasern ist seitlich abgeschnitten, es sind diejenigen, welche sich in leichtem Bogen stirnwärts gewendet hatten und so natürlich mit ihrer

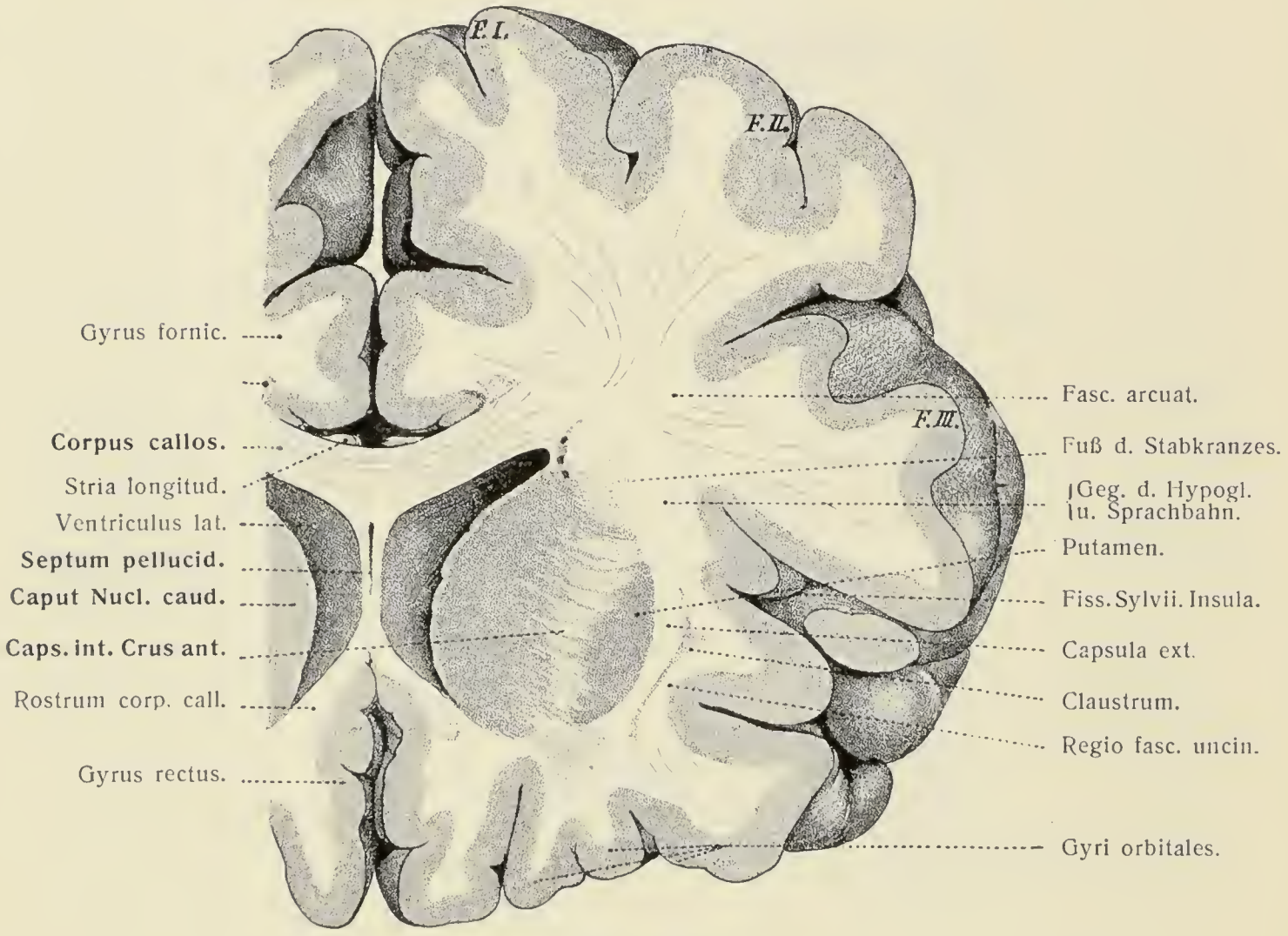


Fig. 166.

Hauptmasse in dem weggeschnittenen Stücke blieben. Direkt lateral von den Balkenfasern ist das zentrale Grau angeschnitten, weches den Seitenventrikel, resp. sein Vorderhorn überzieht, ja an einigen kleinen Punkten ist dieser selbst schon eröffnet. Dicht hinter dem Balkenknie ist der nächste Schnitt (Fig. 166) angelegt. Er geht dorsal durch den Balkenkörper, ventral trifft er noch die unteren Balkenschenkel in ihrem kaudalsten Stückchen, das Rostrum corp. call. Zwischen diesen beiden Teilen liegt das Septum pellucidum. Zwischen beiden Septumblättern ist der Ventriculus septi sichtbar. Hier ist nun das Vorderhorn des Ventrikels breit geöffnet und der Kopf des Schwanzkernes in seiner größten Ausdehnung getroffen. Lateral von ihm ziehen die Fasern der

Capsula interna vom Stirnpole herab, denen sich gerade in diesem Gebiete die mächtige Faserung aus dem Schwanzkerne zum Thalamus, Radiatio strio-thalamica beimengt. Lateral von der hier noch von vielen grauen Zügen durchbrochenen Kapsel liegt der frontalste Teil des Putamen, dann folgt die Capsula externa und die Vormauer, Claustrum und dann das Mark und die Rinde der Insula. Nur wenige Fasern gelangen aus dieser Gegend in die Capsula interna, von klinisch wichtigen Zügen wesentlich nur die Stabkranzfasern aus dem Facialis- und dem Hypoglossuszentrum und die Sprachbahn.

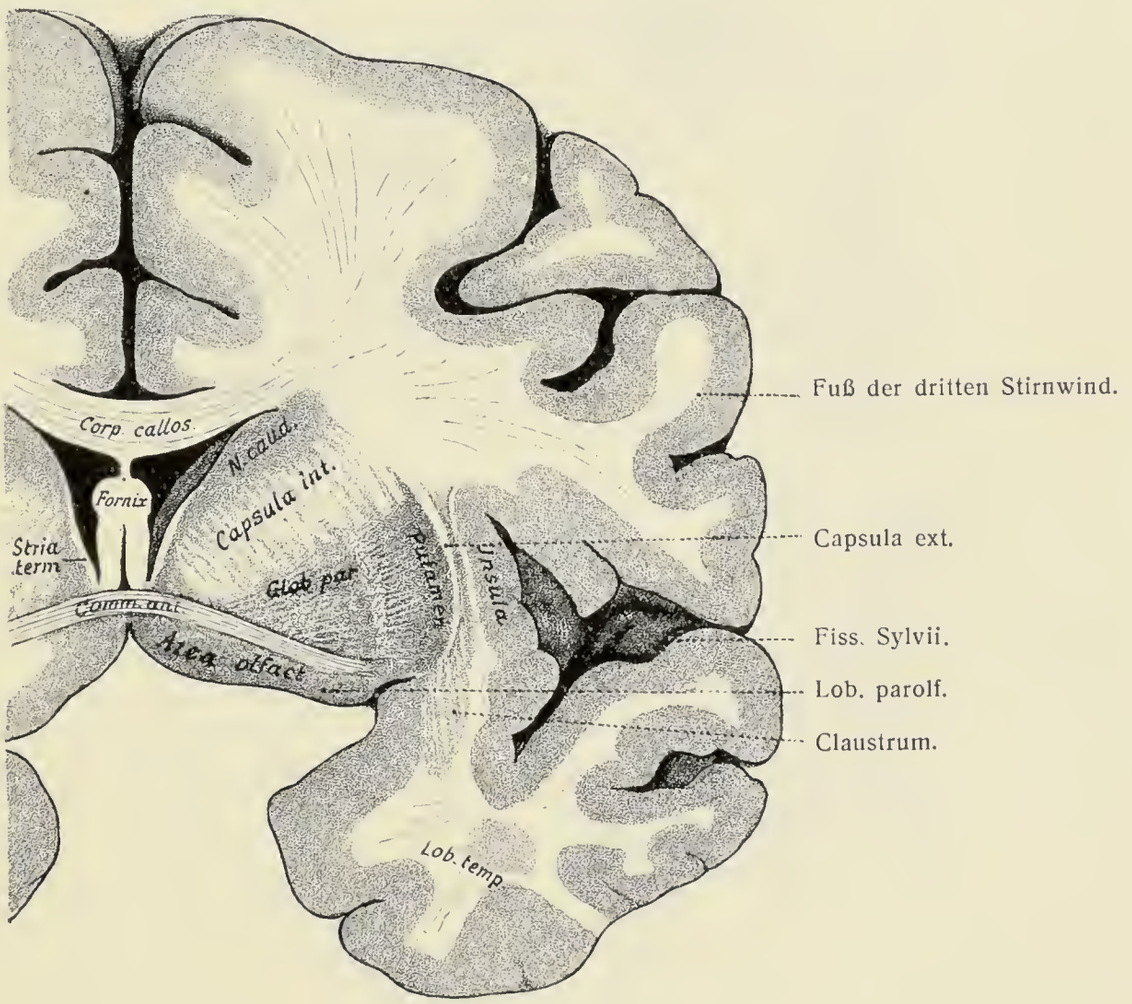


Fig. 167.

Ein nur wenig weiter kaudal gelegter Schnitt geht durch den kaudalsten Abschnitt des Septum pellucidum und schneidet schon die da verlaufenden Fornixsäulen an. Ich lege einen solchen, Fig. 167 vor, weil er auch geeignet ist, den Verlauf der Commissura anterior, das Schmalerwerden des Schwanzkernkopfes und die Ausbreitung des Linsenkernes auf dem Querschnitte zu zeigen.

Die graue dreieckige Masse zwischen Kommissur und Schwanzkern gehört bereits dem zentralen Grau an, das den Thalamus überzieht. Der weiße Faserzug, der sie bedeckt und frei in den Ventrikel ragt, ist die Taenia semicircularis (Stria terminalis).

Dicht kaudal liegen an gleicher Stelle in gleichem Verlaufe die Züge der Taenia thalami. Ventral beginnt der Riechlappen aufzutreten.

Ein Schnitt, Fig. 168, der direkt da angelegt ist, wo der Riechlappen sich der Hirnbasis einpflanzt, trifft weiter dorsal den hinteren Abschnitt des Septums, wo sich die Fornixsäulen befinden. Vom kaudal ventralen Abschnitte des Gehirnes kommen sie hierher gezogen. Man wird ihren Querschnitten in allen folgenden Abbildungen begegnen, bis sie sich hier vorn nach der Basis zu wenden und ganz

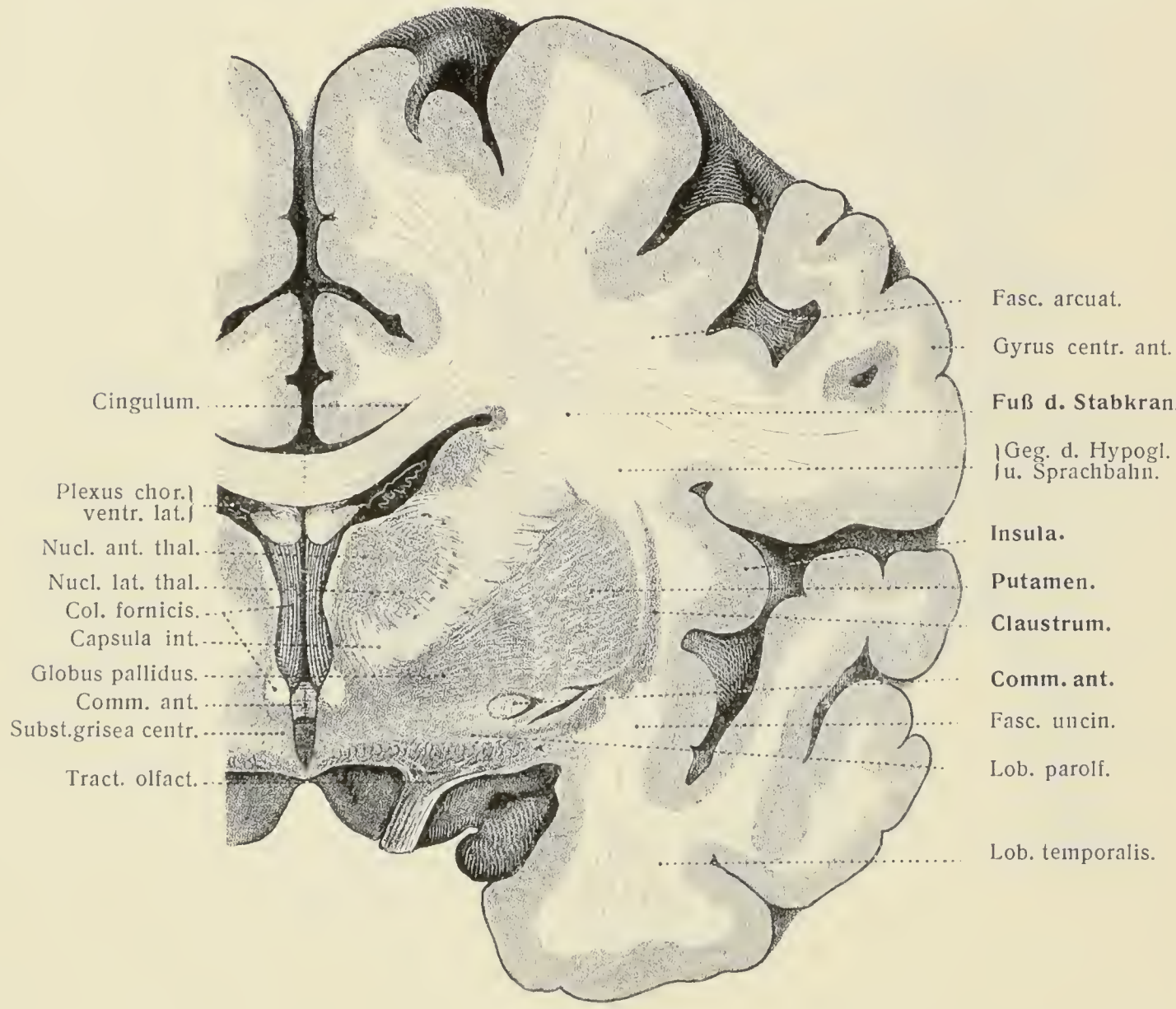


Fig. 168.

ventral in das zentrale Höhlengrau eintreten. Ihre ovalen Frontalabschnitte liegen im Grau direkt vor dem Querzuge der Commissura anterior.

Lateral von den Fornixsäulen liegt der hier nur spaltförmige Seitenventrikel, in den der frontalste Abschnitt des Thalamus, der Nucleus anterior, hineinragt. Er ist von weißen Fasern überzogen, die auch in sein Inneres dringen und ihn hier von dem Nucleus lateralis thalami trennen. An seinem lateralen und an seinem ventralen Ende nimmt der Thalamus hier Fasern auf.

Der inneren Kapsel haben sich in dieser Schnitthöhe die Fasern aus der vorderen Zentralwindung zu gutem Teile schon beigemengt, sie enthält mindestens schon die Stabkranzfasern für das Gesicht, die motorische Sprache, den Hypoglossus und einen Teil der Pyramidenfaserung für Arm und Hand. Fasern aus dem Schwanzkerne, die ventrokaudalwärts ziehen, durchbrechen ihre aus dem Mantel stammenden Züge. Lateral von der Kapsel ist jetzt die größte Ausbreitung des Corpus striatum getroffen, das Putamen und die 2 Glieder des Globus pallidus. Zahlreiche Markstrahlen entspringen in dem ersteren, sie gelangen zum guten Teile in die Linsenkernschlinge. Ventral vom Corpus striatum erkennt man den Querschnitt der Commissura ant. Er liegt dicht über dem Lobus olfactorius, dessen Rinde und Mark hier wohl abscheidbar ist. Der Eintritt der Riechstrahlung ist zu erkennen.

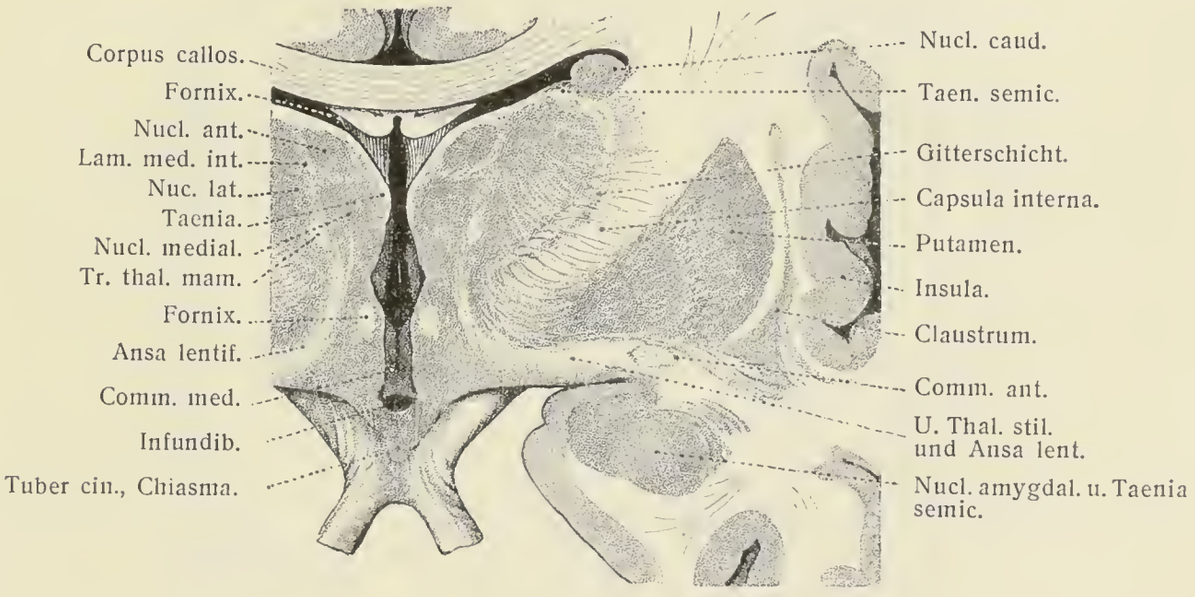


Fig. 169.

Der Schnitt 5 (Fig. 169) ist direkt frontal von dem Chiasma angelegt. Dieses ist nicht durchtrennt, sondern ventralwärts umgelegt. Der enge spaltförmige Ventrikel verlängert sich ventral in das Infundibulum. Er ist in seinem unteren Drittel von der Commissura media überquert. Die von dem Stratum zonale und der Taenia bedeckten Thalami ragen in ihn hinein, und oben wird er abgeschlossen von den Fornixsäulen, deren zum Mamillare gehender Teil im Grau durchschnitten sichtbar wird.

Vom Stammganglion ist dorsal und ventral der Schwanz des Nucleus caudatus sichtbar. Er hat an seiner medialen Seite den Zug der Taenia semicircularis. Ferner der Linsenkern mit seinen drei Gliedern, aus denen man gerade in dieser Höhe sich die Fasern der Linsenkernschlinge entwickeln sieht. Sie gelangen an den basalen Teil der Capsula interna, den sie durchqueren, um von unten her in die Thalamus-

ganglien einzutreten. Fast auf diesem ganzen Wege liegen sie der Faserung auf, welche aus dem Schläfenlappen als unterer Thalamusstiel ebenfalls in den Thalamus zieht.

Die innere Kapsel enthält hier ziemlich die ganze motorische Faserung. Außerdem die Bahnen aus dem Stirnhirne zur Brücke. Viele Stabkranzfasern treten aus ihr in den Thalamus. Die motorische Sprachbahn liegt noch an gleicher Stelle wie in der vorigen Figur. Ventral vom Linsenkerne liegt die Comm. ant., und unter dieser erblickt man den Mandelkern, in dem die Taenia semicircularis endet.

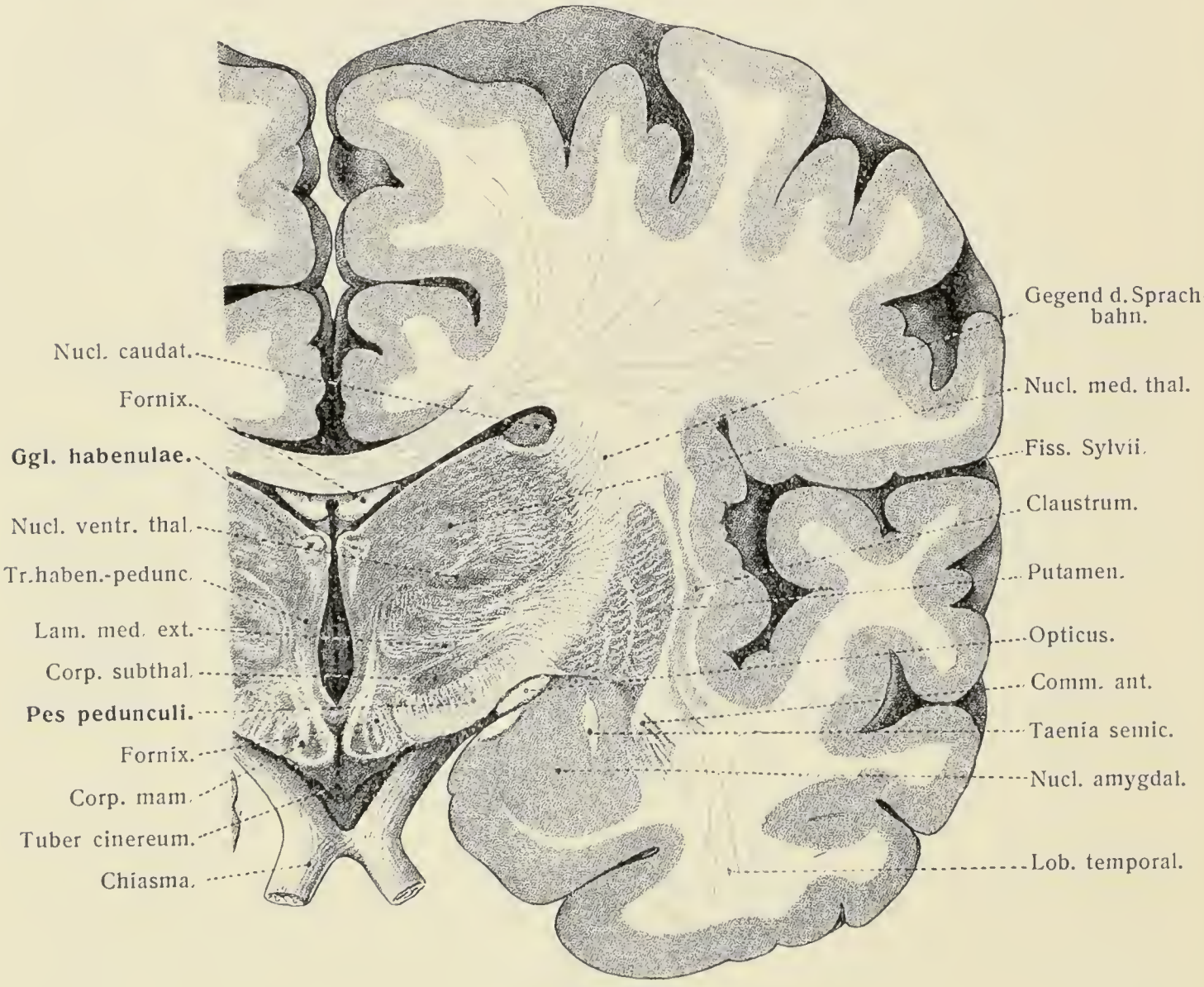


Fig. 170.

Der Schnitt Fig. 170 folgt ganz nahe demjenigen der Fig. 169.

Dicht hinter dem Chiasma angelegt, zeigt er einerseits die volle Breitenentwickelung des Thalamus, andererseits als wichtiges Moment das Vortreten der Kapselfaserung an die Hirnbasis als Pes pedunculi. Zwischen Fuß und Thalamus legt sich die Regio subthalamica an, und in dieser liegen neue Ganglien: Das Corpus subthalamicum (Luys) und ventral die Gangliengruppe des Corpus mamillare. Die letztere ist umfaßt von ihrer Markkapsel, in welcher der Fornix sich zunächst aufgelöst hat, und entsendet nach oben das

Haubenbündel Tractus mamillo-tegmentalis und den Tractus thalamo-mamillaris — Vicq-'Azyrsches — Bündel, die zunächst vereint einherziehen.

Kaudal von der Gegend dieses Schnittes legen sich in der Regio subthalamica und der hier erwachsenden Haube die einzelnen Bestandteile so enge aneinander, daß sie ohne Färbung und Vergrößerung zumeist nicht abscheidbar sind. Es wird deshalb an den Abbildungen weiter vorn im Texte vieles klarer sein, als in Fig. 171, die ich jetzt demonstriere.

Die Thalamusganglien zerfallen hier in drei Massen. Lateral und den größten Teil des Querschnittfeldes einnehmend liegt das Pulvinar, eine Endstätte optischer Fasern. Unter ihm liegen die Abschnitte des ventralen Kernes. In diesen Kernen vorwiegend erschöpft sich die

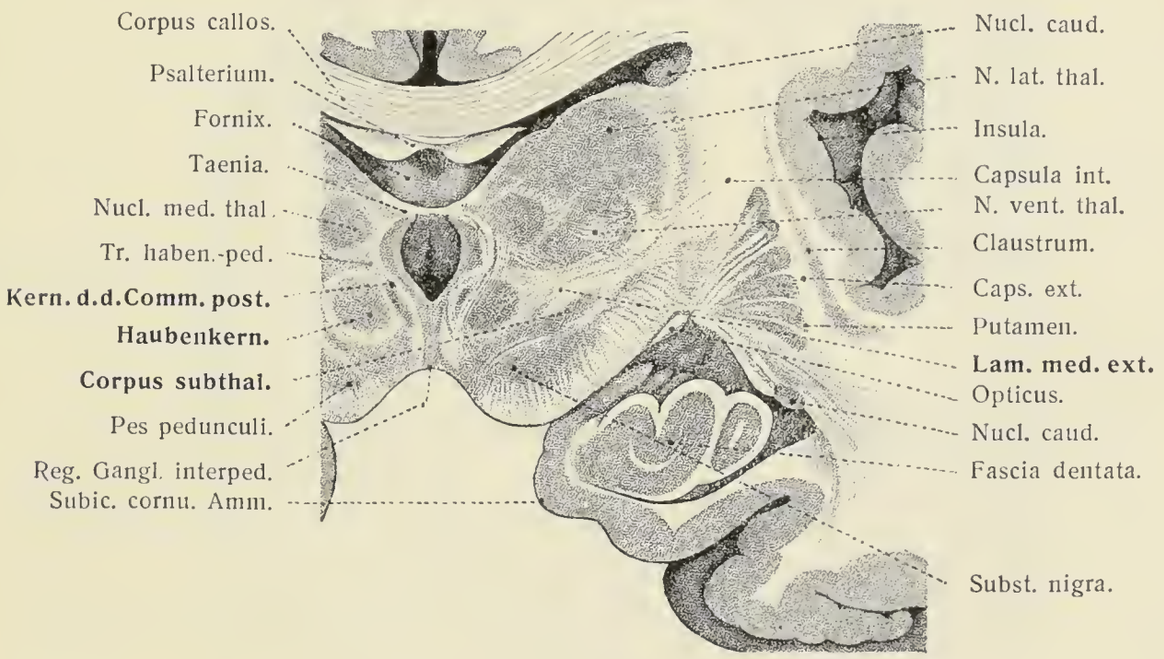


Fig. 171.
Mensch. Schnitt durch den kaudalen Thalamus und die Regio subthalamica.

sekundäre sensorische Bahn aus den Kernen der sensiblen Nerven. Sie gelangt hier herauf als Lamina medullaris externa, eine Fortsetzung der oberen Schleife. Vom medialen Kern ist der kaudalste Teil sichtbar. Aus dem Großhirn strahlt von der Seite her die Haubenstrahlung ein.

In dieser Schnitthöhe sind die Kerne und Fasern des Hypothalamus voll entwickelt. Sein Zentrum nimmt der rote Kern der Haube ein, der hier von den Fasern des Tractus habenulo-peduncularis durchschnitten wird, die aus dem Ganglion habenulae zum Corpus interpedunculare zwischen den beiden Hirnschenkeln herabziehen. In den roten Kern strahlen lateral Züge aus den Stabkranz und ebensolche aus dem Corpus striatum ein, eine mächtige Markkapsel um ihn bildend. Die weißen Pünktchen in seinem Innern sind Querschnitte der aus dem Kleinhirn hierher tretenden Bindearme. Medial vom roten Kerne liegen

die frontalsten Fasern des dorsalen Längsbündels, welches von hier an bis in das Rückenmark zu verfolgen ist. Dann folgt ganz medial das zentrale Höhlengrau, das sich eben anschickt sich auch dorsal abzuschließen und den weiten Ventrikel der vorhergehenden Figuren zum engen Aquaeductus Sylvii zu gestalten.

Die Faserung aus der Rinde ist in dieser Gegend deutlich in den ventralen Fußabschnitt und den dorsal liegenden, in den lateralen Thalamus eintretenden Anteil getrennt. An der Grenze beider liegt außen am Gehirne der Tractus opticus.

Fig. 172.

In dem nächsten Schnitte (Fig. 172) sind bereits die vorderen Vierhügel aufgetreten; was von dem Thalamus noch hier vorhanden, das Pulvinar, liegt von ihnen lateral. Das ist die Gegend, wo die Optikusfasern ihr Ende finden und wo die Sehstrahlung ihre Endstätten, von der Occipitalrinde herkommend, erreicht. Sie dringt, von der Seite kommend, in das Pulvinar, in das Geniculatum laterale und in den Stil des vorderen Hügels. Medial vom Geniculum laterale liegt das Endganglion der Hörstrahlung, das Geniculatum mediale.

Hier hat sich nun bereits Hauben- und Fußregion scharf geschieden. In der ersten ist gut die obere Schleife, der Traktus aus

dem Rückenmark und der Oblongata zu der Lamina medullaris externa thalami sichtbar, außerdem ist die Region des roten Haubenkernes, in welcher die vorderen Kleinhirnarme gekreuzt enden, nun gut entwickelt. Das Vierhügeldach schließt nun die Ventrikelhöhle — Aquaeductus — ab. Sie ist von dem zentralen Grau umgeben, in dem hier die Kerne des Okulomotorius auftreten. Weiße Züge aus dem tiefen Vierhügelmark umgeben das Grau. Die Substantia nigra und dann der Hirnschenkelfuß schließen den Hirnstamm ventral ab. Lateral liegt an der Basis das Ammonshorn, dessen Mark — Fimbria — gut sichtbar ist.

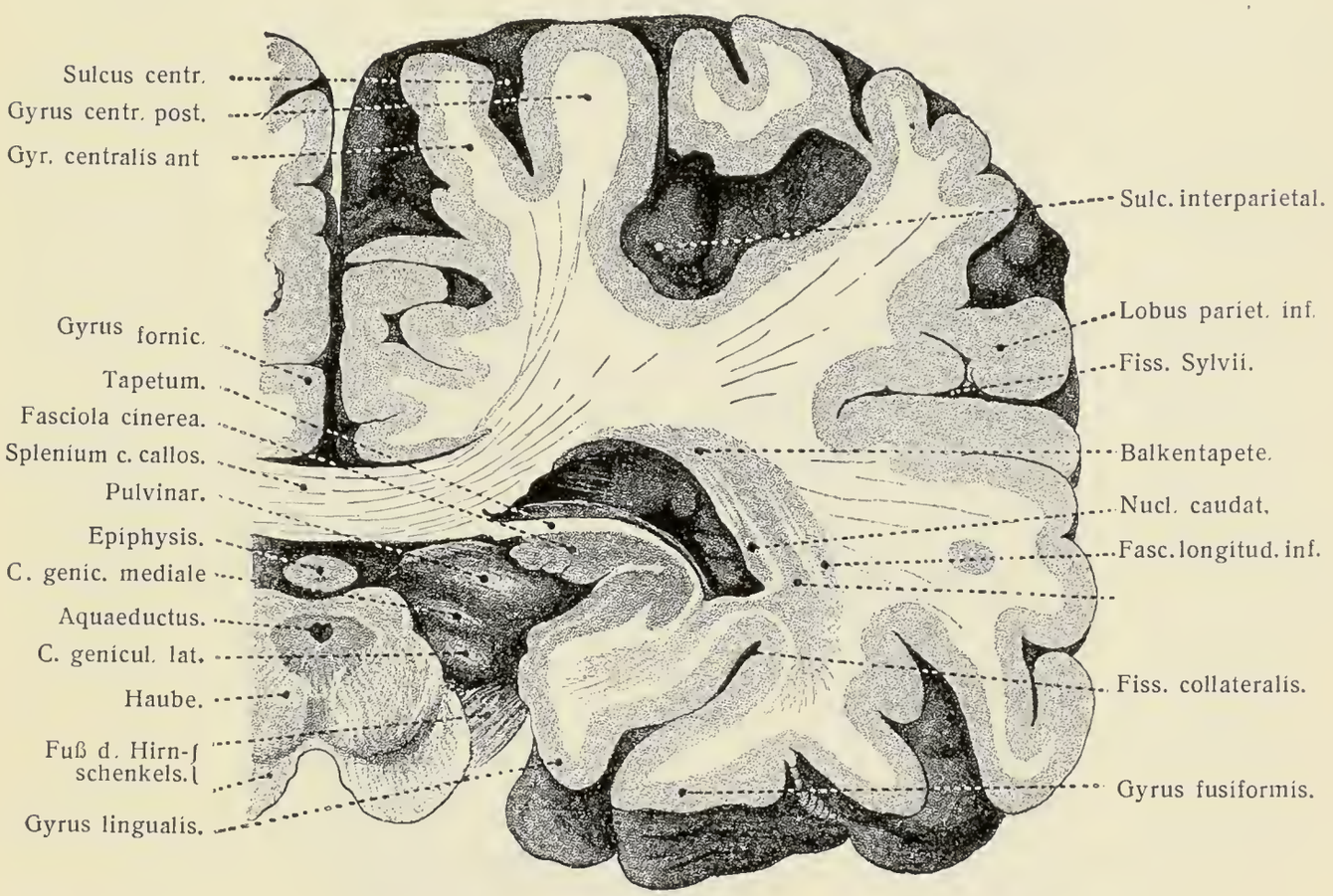


Fig. 173.

Figur 173 ist ein Schnitt, der ca. 3/4 cm hinter demjenigen von Fig. 172 angelegt ist.

Die vorderen Vierhügel sind gerade halbiert. Von der Schnittfläche des Hirnschenkels aus sieht man rechts in der Tiefe das Pulvinar und die Corpora geniculata. Die Entwicklung des Hirnschenkelfußes aus der Kapsel wird besonders klar beim Vergleiche dieses Schnittes mit dem weiter vorn gelegenen, weil das Hervortreten aus der Hirnbasis hier so gut sichtbar ist.

Die Sehstrahlung ist schon auf Schnitt Fig. 172 in ihre Endstätten eingetreten, wir erblicken sie nur als graues Querschnittsfeld mitten im Markweiß lateral von dem Ventrikel.

Der Schnitt Fig. 174 zieht dicht vor dem kaudalen Balkenende herab. Sein sehr lehrreiches Bild läßt erkennen, wie sich aus der

Spleniumfaserung die Balkentapete entwickelt, welche das Hinterhorn auskleidet und auch die Innenseite des Ammonshornes überzieht. Das Ammonshorn ist hier, dicht vor dem Hinterhauptlappen, nicht mehr getroffen.

Der Ventrikel öffnet sich einerseits kaudalwärts in das Hinterhorn, andererseits ventralwärts in das Unterhorn. Deshalb erscheint er so lang und breit. Lateral von der Sehstrahlung liegt das Längsbündel aus dem Occipitallappen in den Schläfenlappen.

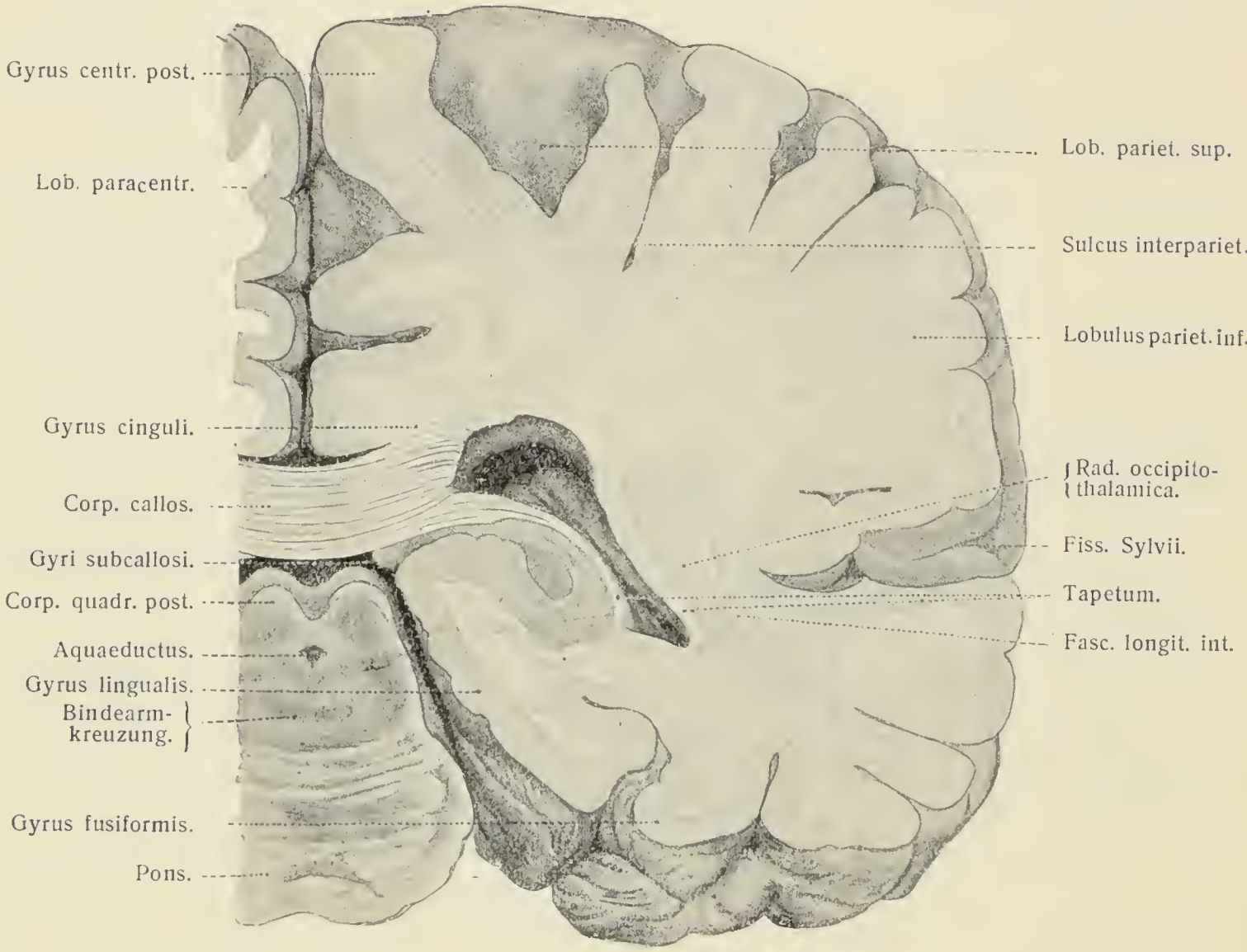


Fig. 174.

Der in Fig. 175 abgebildete Schnitt liegt direkt an der Basis des keilförmigen Hinterlappens, also hinter dem Balkenende. Der breit eröffnete, von dem Tapetum überzogene Ventrikel führt an seinem dorsalen Ende in das Hinterhorn, an seinem ventralen aber, wo man medial die Dentatuswindung wegen ihrer Krümmung wieder angeschnitten findet, in das Unterhorn des Schläfenlappens. Dorsal vom Ammonshorn fällt die breite Masse der Balkenfasern auf, welche sich von den Endstätten im Occipitallappen zum Balkenwulste begeben und hier, dicht vor dem Eintritte in das Splenium, abgeschnitten sind.

Der Radiatio occipito-thalamica begegnen wir nun in größerer Breite als bisher. Sie liegt hier unter den Windungen des Schläfen-

lappens und diese Lage erklärt, daß manchmal Herde im Gyrus marginalis oder angularis zu Hemianopsie führen.

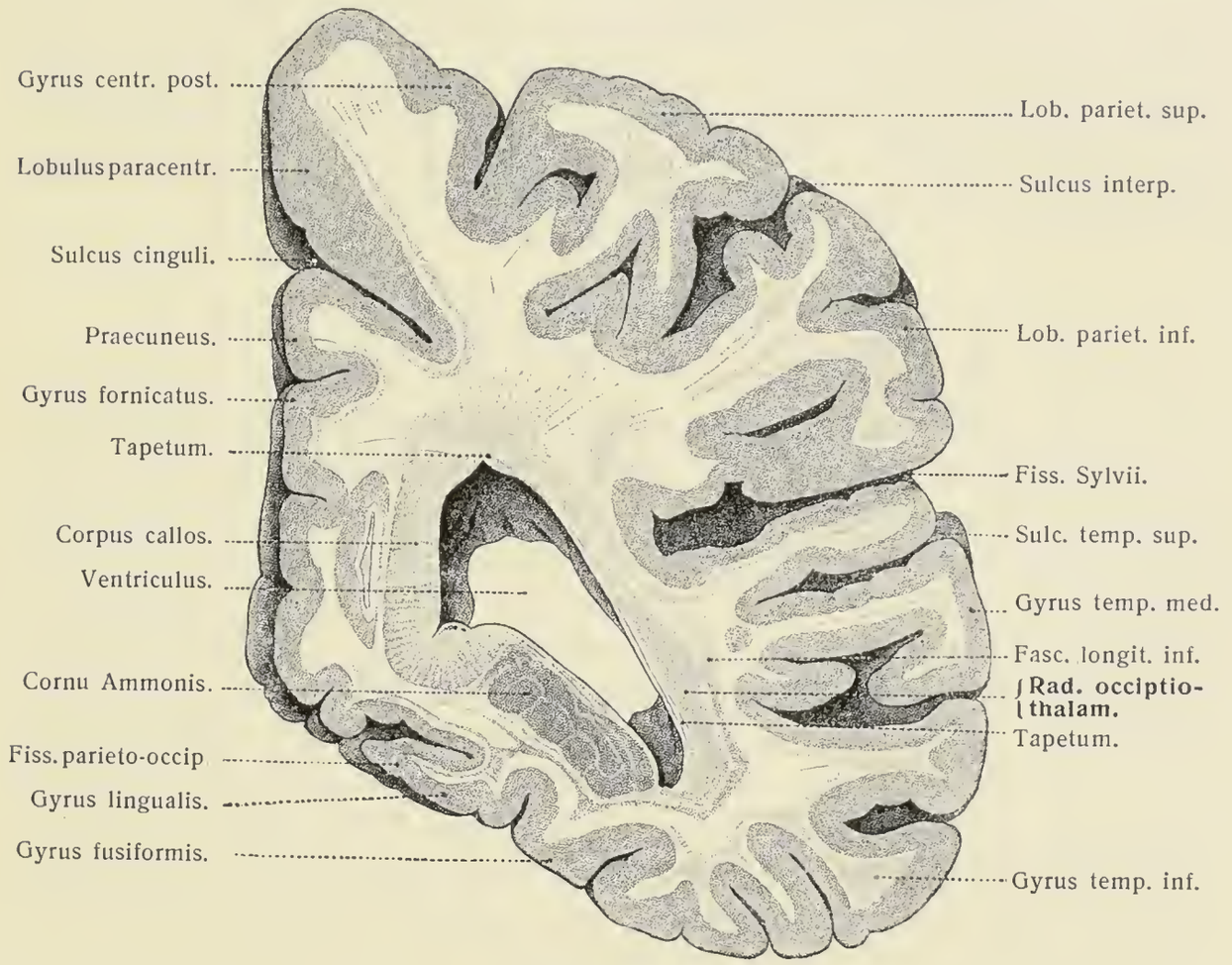


Fig. 175.

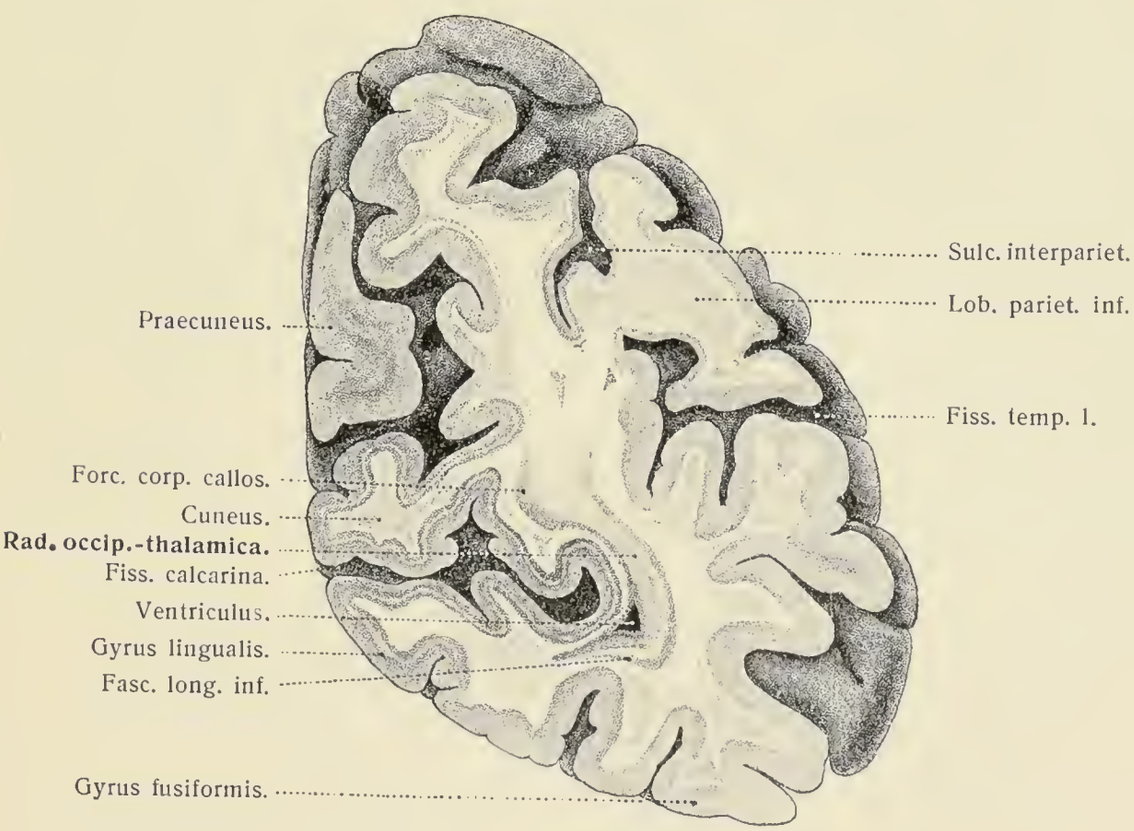


Fig. 176.

Sie werden, wenn sie nicht gar zu oberflächlich sind, immer die Sehstrahlung treffen müssen.

Auch der Fasciculus longitudinalis inferior, der Traktus aus dem Hinterhauptlappen zum Schläfenlappen, dessen Querschnitt Sie nach außen von der Sehstrahlung wieder, wie auf den früheren Schnitten, finden, ist hier breiter als vorher, weil wir uns seinem Ursprungsgebiete nun nähern. Auf Fig. 176 wollen Sie besonders den Gennarischen Streifen in der Rinde um die Fissura calcarina beobachten.

Meine Herren!

Ich bin mit meiner Darstellung zu Ende. Manchmal, während ich dieselbe gab, mag es geschienen haben, als würden da mit allzu großer Genauigkeit rein anatomische Verhältnisse geschildert, die des weitergehenden Interesses entbehrten. Und Anatomie allein getrieben, ohne Bezugnahme auf die Funktion, scheint manchmal eine recht sterile Wissenschaft. Wo wir aber heute schon zeigen können, wie die geschilderten Anordnungen nur die Grundlage sind für die allerwichtigsten Vorgänge, da ist es immer geschehen, und wenn es dieser kurzen Darstellung gegeben wäre, in Ihnen die Freude an dem vorgetragenen Stoffe zu erregen, wenn Ihr Interesse sich so weit steigerte, daß Sie Mitarbeiter werden möchten auf einem der interessantesten und aussichtsreichsten Gebiete der Naturwissenschaft, dann hätte dies Büchlein mehr als seinen ursprünglichen Zweck erfüllt. Mitarbeiter aber und recht viele sogar, brauchen wir, die wir dahin kommen möchten, daß eines Tages der Apparat vollkommen klar vor uns liegt, an dessen normalen Aufbau, an dessen normales Fungieren unsere ganz seelische Tätigkeit geknüpft ist. Wenn jetzt auch die ersten Grundlinien gezeichnet werden können — wir können sie viel genauer zeichnen als es im vorstehenden geschehen ist — so wollen wir uns doch nicht verhehlen, daß ein sehr weiter Weg uns noch von dem Ziele trennt, dessen Erreichung im Interesse der Physiologie und Pathologie gleich wichtig ist, wie in demjenigen der Psychologie. Aber wir sehen dies Ziel vor uns und können, dem Wanderer gleich, der endlich den sicheren Weg erkannt hat, nun unsere Schritte beschleunigen, durch intensive Arbeit schneller voran kommen, als das früher möglich war. Helfen Sie dazu mit, am Krankenbette, im anatomischen Laboratorium, am Experimentiertische.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig

VORLESUNGEN
über
den Bau der nervösen Zentral-Organe des Menschen und der Tiere

Für Ärzte und Studierende

von

Prof. Dr. LUDWIG EDINGER

Direktor des neurologischen Institutes in Frankfurt am Main

---

1. Band:

Das Zentralnervensystem der Menschen und der Säugetiere

Achte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage. 1911

Mit 398 Abbildungen und 2 Tafeln. Preis broschiert M. 18.—, gebunden M. 19.75

---

2. Band:

Vergleichende Anatomie des Gehirns

7. umgearbeitete und vermehrte Auflage. 1908

Mit 283 Abbildungen. Preis brosch. M. 15.—, geb. M. 16.50

Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig.

Die Diagnose

der

Nervenkrankheiten

von

Purves Stewart,
M. A., M. D., F. R. C. P., London.

Nach der zweiten Auflage ins Deutsche übertragen

von

Dr. **Karl Hein,** Bad Schönfließ.

Mit einem Vorwort von Prof. Dr. **Eduard Müller,**
Direktor der medizinischen Universitätspoliklinik zu Marburg.

Mit 208 Abbildungen im Text und 2 Tafeln.

Preis broschiert M. 10.—, gebunden M. 11.50.

Vorwort.

An Lehrbüchern der Nervenheilkunde mangelt es freilich nicht; trotzdem gibt es auf dem deutschen Büchermarkt kaum ein Werk, das sich durch weise Beschränkung auf das Wesentlichste, durch stete Betonung der praktisch wichtigen Gesichtspunkte, durch Klarheit und Anschaulichkeit, einer knappen, originellen Ausdrucksweise und nicht zuletzt durch seine instruktiven Abbildungen als Einführung in die Neurologie für Studierende und Ärzte derart eignet wie diese „Diagnose der Nervenkrankheiten“ von Purves Stewart. Einzelne Kapitel, wie dasjenige über Anatomie und Physiologie, Coma, Aphasie, Haltung und Gang, sind geradezu Musterbeispiele didaktisch geschickter Darstellung neurologischer Einzelstörungen. Überall tritt hervor, daß der Autor nicht einseitiger Nervenspezialist, sondern Arzt ist, der vor allem die Mutterdisziplin der Neurologie, die innere Medizin, beherrscht. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt in der Diagnose und gerade hier wiederum mit Recht in der Frühdiagnose der Nervenkrankheiten, vor allem ihrer so häufigen atypischen Formen. Alles andere, auch die Therapie, ist nur kurz skizziert.

Das Werk P. Stewarts, das in England schon nach kurzer Zeit in zweiter Auflage erscheinen konnte, wurde dort von der gesamten Fachpresse als ausgezeichnetes Lehrbuch begrüßt. Hoffentlich ist ihm ein gleicher Erfolg auch in Deutschland beschieden, zumal die verdienstvolle Übersetzung durch Karl Hein mir im ganzen als wohlgelungen erscheint.

Marburg a. L., März 1910.

Professor **Eduard Müller.**

VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG

KLINISCHE DIAGNOSTIK UND PROPÄDEUTIK INNERER KRANKHEITEN

VON PROF. DR. ADOLF SCHMIDT
HALLE A. S.

UND PROF. DR. H. LÜTHJE, KIEL

1910

MIT 211 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 3 TAFELN
PREIS BROSCHIERT M. 14.—, GEBUNDEN M. 16.—.

Die klinische Diagnostik Schmidt und Lüthjes tritt in das Erbe der O. Vierordtschen „Diagnostik der inneren Krankheiten", deren 7. Auflage vergriffen ist. Die hervorragenden Verfasser des neuen Buches haben die Tendenz des Vierordtschen Werkes sich zu eigen gemacht, indem sie bei der Auswahl des Stoffes und in der Darstellung nur das brachten, was für den Studierenden und den Praktiker notwendig und brauchbar ist. Den einzelnen Kapiteln gehen kurze normal- und pathologisch-physiologische Erörterungen voraus; wer aber in dieser letzteren Hinsicht ausführlicheren Bescheid wissen will, wird gut tun, das Schmidt-Lüthjesche Werk mit dem Krehlschen „Pathologische Physiologie" zugleich zu studieren. Beide Werke sind sowohl für die Studienjahre sehr geeignet, da sie ein gutes Fundament für die interne Praxis geben, anderseits sind sie aber besonders für die älteren Praktiker, in deren Studienzeit manche wichtige Gebiete (Serologie, viele Teile der Stoffwechsellehre) gänzlich unbekannt waren, oder sich nur in den Kinder-
:: :: jahren befanden, sehr warm zu empfehlen. :: ::

VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN
VON

Prof. Dr. G. v. BUNGE
IN BASEL

I. Band. Sinne, Nerven, Muskeln, Fortpflanzung. In 28 Vorträgen. 2. vermehrte und verbesserte Auflage. 1905
Mit 67 Abbildungen und 2 farbigen Tafeln.
Preis broschiert M. 11.—, gebunden M. 13.—.

II. Band. Ernährung, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel. In 36 Vorträgen. 2. vermehrte und verbesserte Auflage. 1905. Mit 12 Abbildungen.
Preis broschiert M. 17.—, gebunden M. 19.—.
(Ist zugleich 6. Aufl. des Lehrb. der phys. u. path. Chemie.)

Archiv für Physiologie. Ich kenne kein Lehrbuch der Physiologie des Menschen, das annähernd so brillant geschrieben wäre, wie dieses Werk von Bunge.
R. Höber, Zürich.

Schmidts Jahrbücher. Mit herzlicher Freude sollte jeder Arzt das neue Lehrbuch von Bunge begrüßen, denn das ist eine Physiologie, wie sie der Arzt braucht. Der berühmte Verf. vereinigt philosophischen Sinn mit nüchternem Tatsachensinn, theoretisches Wissen mit Verständnis für die praktischen Dinge. Obwohl der Verf. zuerst an den Studenten denkt, ist doch sein Buch auch für den Arzt geschrieben. Wenn dieser der Wissenschaft folgen möchte und vor der Tatsachenmasse der Literatur den Mut verliert, dann mag er sich an von Bunge wenden, denn hier findet er, was er braucht, den herausgeschälten Kern der Dinge und die Hinweise auf seine eigenen Bedürfnisse. Z. B. die Abschnitte über das Salz, die Milch, die Genußmittel, das Eisen sind rechte Fundgruben für den Arzt. *Möbius.*

Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig.

Anleitung

zur

Untersuchung Geisteskranker

und Ausfüllung der ärztlichen Aufnahmefragebogen deutscher, österreichischer und schweizerischer staatlicher Irrenanstalten.

Anhang: Die wichtigsten Aufnahmebestimmungen genannter Anstalten

Für praktische Ärzte

von

Anstaltsarzt Dr. **Max Dost**-Hubertusburg

Preis M. 3.—

Da der praktische Arzt mit Geisteskranken, welche gewöhnlich in Anstalten behandelt werden, wenig zu tun hat und mit ihnen gewöhnlich nur in Berührung kommt, wenn er ihre Unterbringung in eine Irrenanstalt begutachten soll, so ist es begreiflich, daß er mit dem in Frage kommenden Wissensmaterial und den Untersuchungsmethoden nicht immer völlig vertraut ist. Nimmt er in derartigen Fällen ein Lehrbuch zur Hand, so findet er dort eine verwirrende Fülle des Stoffes und hat Schwierigkeiten, das für ihn Geeignete schnell herauszufinden. Da die Fragen der ärztlichen Aufnahmefragebogen aber nicht sachgemäß beantwortet werden können, wenn der Gutachter nicht in dem Wissensgebiete und den einschlägigen Untersuchungsmethoden einigermaßen bewandert ist, so kam der Verfasser auf den Gedanken, für diesen speziellen Fall der ärztlichen Begutachtung Geisteskranker zum Zwecke ihrer Überführung in staatliche Irrenanstalten eine besondere Anleitung herauszugeben. Er erläutert in derselben die Fragebogen der deutschen, österreichischen und schweizerischen staatlichen Anstalten, soweit es nötig ist, und bespricht an der Hand der Fragebogen Anamnese, psychischen und somatischen (besonders Nerven-) Status, Diagnose und Prognose der wichtigsten Psychosen sowie Simulation und Dissimulation. Er führt, um eine schnelle Orientierung zu ermöglichen, immer nur das Notwendigste an und bringt nur diejenigen Untersuchungsmethoden, welche ohne besondere Apparate und in kurzer Zeit ausführbar sind.

Endlich wurde der Arbeit noch eine Zusammenstellung der wichtigsten Aufnahmebestimmungen genannter Anstalten angegliedert, damit der Arzt, welcher vom Publikum mitunter nach diesen Dingen gefragt wird, die Angehörigen seiner Kranken über die in Betracht kommenden Vorschriften (z. B. die Unterlagen des Aufnahmeantrags) aufklären kann.

Von demselben Autor:

Kurzer Abriss der Psychologie, Psychiatrie und gerichtlichen Psychiatrie nebst einer ausführlichen Zusammenstellung der gebräuchlichsten Methoden der Intelligenz- und Kenntnisprüfung. Für Juristen und Mediziner, besonders jüngere Psychiater. kl. 8. 1909. Mit 1 Tafel und 21 Abbildungen im Text. Preis brosch. M. 4.—, geb. M. 5.—

VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG

LEHRBUCH DER PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

herausgegeben von

Prof. Dr. N. ZUNTZ in Berlin
und
Prof. Dr. A. LOEWY in Berlin

unter Mitwirkung der Herren

Prof. DU BOIS-REYMOND-Berlin, Prof. COHNHEIM-Heidelberg, Prof. ELLENBERGER-Dresden, Prof. S. EXNER-Wien, Prof. JOHANSSON-Stockholm, Prof. A. KREIDL-Wien, weil. Prof. O LANGENDORFF-Rostock, Prof. A. LOEWY-Berlin, Prof. METZNER-Basel, Prof. JOHANN MÜLLER-Rostock, Prof. W. NAGEL-Rostock. Prof. SCHENCK-Marburg, Prof. SCHEUNERT-Dresden, Prof C. SPIRO-Straßburg, Prof. VERWORN-Göttingen, Prof. O. WEISS-Königsberg, Prof. N. ZUNTZ-Berlin

Mit 306 Abbildungen und zwei Tafeln
1909. Preis M 24.—, geb. M. 26.—

Alles in allem ein Werk aus einem Guß, fließend, anregend geschrieben und jedem zu empfehlen, der sich über die Grundprinzipien der Physiologie schnell und genau orientieren will. Zahlreiche Abbildungen unterstützen den Leser dabei in sehr zweckmäßiger Art.